تفهيم الخوارزميات

الجزء 1

مع ترجمة بعض الخوارزميات إلى لغة البرمجة " جافا "



د.جمال بن نّوار


mohamed khatab

تفهيم الخوارزميات

الجزء 1

مع ترجمة بعض الخوارزميات الى لغة البرمجة "جافا"

جمال بن نوار

قسم الإعلام الألي

جامعة البويرة، الجزائر

2020

بسم الله الرحمان الرحيم

منذ اكثر من عقدين من الزمن، شاركت كمراقب في امتحان مادة "الآلات الرقمية" لطلبة ما كان يعرف بالتكوين القصير المدى والذي يتوج الطالب الناجح فيه بشهادة "الدراسات الجامعية التطبيقية في الاعلام الآلي"، وفي هذا الامتحان الذي استعملت فيه اللغة الفرنسية، تفاجأت عندما طلب مني احد الطلبة الممتحنين ان اشرح له كلمة فرنسية ترجمتها للعربية تعطينا كلمة "زر"، تعجبت لهذا المستوى المتدني في اللغة التي تدرس بها المادة، خاصة وان الكلمة شائعة الاستعمال في المادة التي يمتحن فيها الطالب، ولم يفهم الطالب الشرح الا بعد اعطائه الكلمة باللغة العربية، وما لحظته في هذه الحادثة هو السرعة الفائقة لإيجادي للكلمة العربية المناسبة.

وتذكرني هذه الحادثة بحادثة اخرى، وهي حضوري مجلس تأديب لأحدى الطالبات في جامعة البليدة قسم الإعلام الآلي، وكانت الطالبة حاضرة في نقاشات المجلس، وكان الأساتذة الحاضرين في مجلس التأديب يتكلمون بالفرنسية، فمنهم من كان يتكلم لغة سليمة ومنهم من يدهسها دهسا، وبخاصة الأساتذة الجدد، وجلب انتباهي راحة الطالبة بل وفي بعض الأحيان تظهر عليها سيمة التبسم، وكأنها غير معنية تماما بما يدور من حديث خطير حولها، فبادرت بالكلام وقلت لها باللهجة العربية المحلية ما معناه "هل تدركين ما يقوله الأساتذة عنك"، لم تجب وبقيت على حالها مرتاحة ومبتسمة، فزدت: "انهم يقولون انك قمت بعملية غش في الامتحان، انهم يقولون انك غشاشة"، وفجأة اهتزت الطالبة وتغير لون وجهها واصبح الخجول والحسرة والاستحياء لسان حلها.

وشاركت منذ سنوات عديدة في عملية الاختبار الشفهي للمترشحين لمناصب التدريس في قسم الإعلام الألي التابع للمدرسة العليا الأساتذة بالقبة، الجزائر، والمترشحون كلهم من حاملي درجة الماجستير في الإعلام الآلي، اي انهم تحصلوا اولا على شهادة مهندس دولة التي تتطلب 5 سنوات في الجامعة او مدرسة عليا، ثم شهادة الماجستير بعد مدة تتراوح بين عامين و 3 سنوات، وكان من بين المواضيع التي كنت احاول ان ارى من خلالاها استيعاب المفاهيم التي تعلمها المترشح والقدرات اللغوية للمترشح، موضوع المصطلحات، وبشكل اعم، كيفية ايجاد الكلمة العربية المناسبة لكلمة فرنسية اعتاد المترشح ان يصف بها مفهوما ما، فالدراسة في المدرسة العليا للأساتذة باللغة العربية، ويجب على المترشح ان يكون فاهما للكلمات الفرنسية التي اعتاد التعامل بها، وان يتميز بقدرات لغوية جيدة لخوض عملية تدريس المواد المقررة في برنامج تدريس الإعلام الآلي في المدرسة العليا للأساتذة، وحين اطلب من مترشح ما ان يعطيني معنى عربيا لكلمة فرنسية سهلة، كنت ارى المترشح وكأن ذهنه يذهب بعيدا، ويبتعد، مع انه كان بإمكان المترشح طلب قاموس فرنسي عربي ليجد الجواب، او يستعمل احد معالجي النصوص او القواميس الحرة عبر الأنترنت او برامج الترجمة الحرة المتوفرة بكثرة في الأنترنت، وفي الحوار مع المترشح اكتشفنا بعد ان الكلمة قد اخذت هكذا بدون فهم والصقت بمفهوم ما من المفاهيم المتداولة في الإعلام الآلي.

وخلال تدريسي لمختلف مواد الأعلام الآلي، وكل ما اطلت الكلام باللغة الفرنسية، وادخلت كلمات جديدة، كنت ارى بكثرة ملامح الذهول عند طلبة السنة الثانية جامعي، وحتى عند طلبة السنة الثانية من الماستر، فأتدارك واعاود ببطيء، ثم اتحول الى الكلام بخليط من اللغة العربية المحلية والفصحى، لأرى بعدها بعض الرؤوس الحائرة، وليست كل الرؤوس، تتحرك ايجابا وتخرج من جمودها، وما كنت الاحظه في نفسي هو سرعة ايجاد الكلمات القوية والمناسبة باللغة العربية المحلية او الفصحى، وبعضها كان دامغا.

ومنذ عامين، لأول مرة في حياتي قمت بتدريس السنة الأولى جامعي في قسم الرياضيات والإعلام الآلي بجامعة البويرة، فطلبت من الطلبة ايفادي بمعلومات عنهم، فطلبت اضافة عن الاسم واللقب، ايفادي بمعدل امتحان الباكلوريا وباللغة التي يحبون ان اخاطبهم بها: اهي اللغة الفرنسية لوحدها، ام مزيج من اللغة الفرنسية واللغة العربية ، وأول ملاحظه ادخلت علي السرور تدور حول المعدلات المتحصل عليها في البكالوريا، فالغالبية الساحقة تحصلت على اكثر من 12 على 20، ومعنى هذا ان الطلبة يعتبرون من الطلبة الجيدين، اما الملاحظة التي كانت تهمني اكثر هي لغة التدريس، فعلى اكثر من 130 طالب وطالبة، طلب عدد قليل جدا، عددهم لا يتجاوز الخمسة، التدريس باللغة الفرنسية فقط، وكان هدفهم كما يقال ضرب عصفورين بحجر واحد، اي تعلم المادة ولو بصعوبة وتعلم واتقان اللغة الفرنسية في آن واحد، اما بقية الطلبة، اي اكثر من 120، فقد فضلوا المزيج، اي استعمال اللغة الفرنسية في اول الأمر ثم الإعادة باللغة العربية، وكان هدفهم الأولي هو فهم المادة، وهكذا استعملت اللغتين، وكنت استعمل اللغة العربية كلما ادركت ان هناك مشكل عند بعض الطلبة لاستيعاب المفاهيم الجديدة.

وتحضرني ايضا حادثة مهمة في اطار تدريس مادة "هندسة الحاسوت" بجامعة البويرة لطلبة الماستر في الإعلام الآلي، تخصص هندسة انظمة الإعلام الآلي، زادت من عزيمتي وجعلتني اشعر حقا بواجب الكتابة باللغة العربية، فلقد لاحظت اثناء حصص الأعمال التطبيقية ان الطلبة يلتفون حول طالب ممتاز يقوم باعادة شرح محتوى العمل المطلوب باللغة العربية الفصحى وبنفس اللغة يقديم بعض الحلول، وظهر الطلبة وكأنهم مرتاحون وهم عائدون الى اماكنهم في القسم.

في شهر ديسمبر 2010 ، بجامعة غار يونس ببنغازي بليبيا، حضرت المؤتمر العربي الحادي عشر لتكنولوجيا المعلومات، وتعتبر اللغة الإنجليزية هي لغة تقديم و مناقشة اوراق البحث، فالحضور كانوا من العرب والعجم، و يسمح في هذا المؤتمر لمن اراد ان يقدم بحثا بالعربية ان يفعل، ومن بين 120 مداخلة، كانت هناك 8 مدخلات باللغة العربية، وما يهمني ليس العدد ولكن حضوري احدى المدخلات باللغة العربية التي قام بها الدكتور **عبد المجيد حسين محمد** من طرابلس ليبيا، وكان عنوان المداخلة **"نموذج لاستخلاص المعرفة الذهنية المتولدة أثناء أعمال هندسة متطلبات البرمجيات"**، وكان الدكتور **عبد المجيد حسين محمد** يتقن جيدا اللغتين العربية والإنجليزية، وفي مداخلته بالعربية لم يتفوه ولو مرة بكلمة انجليزية، وتكرر مثل هذا المشهد الرائع مع الأستاذ الدكتور **عزالدين مزروي** من المغرب في النسخة الخامسة عشر للمؤتمر العربي لتكنولوجيا المعلومات الذي انعقد بجامعة نزوى بسلطنة عمان في ديسمبر 2014، فالدكتور **عزالدين** تطرق الى جانب هام وحديث جدا في عالم المعالجة الآلية للغات الطبيعية، وكنت اتعجب كيف يأتي كل من الدكتور **عبدالمجيد** والدكتور **عزالدين** بالكلمات العربية الدقيقة والقوية لوصف المفاهيم الحديثة جدا في علوم الإعلام الآلي.

كنت اعلم دائما ان المشكل في ضعف الإنتاج العلمي باللغة العربية، او بأية لغة أخرى، يعود اساسا الى الإنسان نفسه لا الى اللغة، وكنت مقتنعا بان اللغة التي انزل بها القرآن الكريم لا يمكن الا ان تكون قوية وقادرة على الوصف الدقيق والقوي لأي أمر، مهما كان، في هذه الحياة الدنيا، فلم يبق للإنسان الا ان يبادر، واعلم ايضا ، ان كثير من المختصين المتمكنين في مختلف العلوم، يتحدثون عن ضرورة الكتابة بالعربية وضرورة ترجمة الكتب العلمية للغة العربية، والمشكل الكبير هو كيف نجعل هؤلاء وغيرهم ينتقلون من الكلام والأمنيات الى المبادرة الجادة والفعالة للكتابة باللغة العربية.

اما فيما يخصني، فلقد انتقلت بفصل الله تعالى من الكلام والأماني الى الفعل لأسباب عدة ومن اهمها شعوري بضرورة وضع مراجع للطلبة باللغة التي الفوها منذ صغرهم، تمكنهم من الفهم الجيد للمفاهيم التي يتلقونها في الجامعات باللغة الفرنسية، وكان ايضا من الاسباب التي زادت في دفعي للكتابة باللغة العربية تلك الرسالة المكتوبة باللغة الفرنسية ويتحسر فيها الكاتب، وهو

استاذ بجامعة البليدة، عن حاله وحال الأساتذة والباحثين في الجزائر الذين يثرون اللغات الإنجليزية والفرنسية بألاف المقالات والكتب ولا يثرون اللغة العربية ولو برسالة عبر الأنترنت، وارجع هذا الاستاذ السبب الى ضعف في الشخصية.

وفوق كل هذه الأسباب، يأتي السبب الأصلي والرئيسي، الا وهو كون اللغة العربية اللغة التي فضلها الله تبارك وتعالى وانزل بها كتابه الكريم على سيد المرسلين، سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم، فأحسست ان الكتابة بهذه اللغة وخدمتها هي خدمة لعزة دين الله، فنرجو من الله العلي القدير العون والثبات والأجر العظيم، آمين والحمد لله رب العالمين

بسم الله الرحمان الرحيم

وضع هذا الكتاب في اول الأمر خصيصا للطلبة الذين يجدون في الأعوام الأولى من الدراسات الجامعية صعوبة في استيعاب المفاهيم الجديدة باللغة الفرنسية، وقد تعودوا من قبل، طوال اثني عشرة سنة او اكثر، على اقتناء مختلف العلوم باللغة العربية.

ووضع ايضا هذا الكتاب لطلبة المدارس العليا للأساتذة، شعبة اعلم آلي، اولا لتمكينهم من علم الخوارزميات وكذلك ليصبح هذا الكتاب مرجعا جيدا لهم في تدريس مختلف مواد الإعلام الألي على مستوى الثانويات.

ويجدر بالذكر، ان الطريقة المتبعة في تقديم علوم الخوارزميات تجعل هذا الكتاب ذو فائدة كبيرة حتى لمتقني اللغة الفرنسية، فالمنهجية المتبعة في هذا الكتاب غير تلك التي اعتاد عليها الطلبة، والتي يتبعها كثير من مدرسي مادة الخوارزميات في الجامعات الجزائرية .

من مساوئ الطريقة القديمة الأكثر اتباعا اليوم على مستوى الجامعات والمدارس العليا والمعاهد التقنية، عدم استفادتها من الطرق الحديثة المتبعة في إنشاء انظمة الإعلام الآلي، فالطريقة المتبعة حاليا، ونسميها التقليدية، لا تتطرق مثلا الى ما يلي:

- ضرورة هيكلة الخوارزميات.
- ضرورة جعل اي خوارزم ما قائما بذاته ليمُكن اعادة استعماله بسهولة في مواطن اخرى.
- ضرورة التفريق في اطار انجاز خوارزم ما، بين ما هو متصل مباشرة بلب المشكل الذي من اجله ينجز الخوارزم ، وبين المحيط الذي سوف يُستغل فيه الخوارزم.

ومن ابرز الأمور التي نجدها في الطريقة التقليدية، الارتباط الوثيق للخوارزم بالمسائل المتعلقة بالتقاط المعطيات عبر لوحة المفاتيح واخراجها على الشاشة، فيحدث بذلك تلوث الخوارزميات بتعليمات الإدخال والإخراج، التي في حقيقتها لا تنتمي الى لب المشكل الذي من اجله يوضع الخوارزم.

ومن مساوئ الطريقة التقليدية ارتباطها الوثيق بمعالجة المسائل الرياضية المعتادة، وانحصارها فيها، وعدم ابراز الخوارزميات كطريقة لجعل الحاسوب يدخل مختلف مجالات الحياة كمعين وخادم للبشر لتحقيق مشارعهم وآمالهم ولحل مشاكلهم.

من خلال المنهجية المتبعة في هذا الكتاب، نبرز ان كل طريقة لحل مشكل او بلوغ هدف ما او تحقيق امل ما، هي في حقيقة الأمر خوارزم، يمكن ان يكون الحاسوب في آخر الأمر هو منفذه، فطريقة تحضير كعك ما في حقيقة امرها خوارزم، يمكن ان يكون الحاسوب هو منفذه، فهو الذي يختار المواد، والمقادير، وهو الذي يمزج بعض المواد ويضعها تحت النار لوقت ما او لحدث ما، الخ.. وللوصول الى مثل هذا الهدف يجب اتباع منهجية جيدة وفعالة، انطلاقا من نظرة عامة للخوارزم كما يفهمها البشر، وما يسميها البشر بالطريقة، الى صيغة يفهمها الحاسوب، وهي ما يسمى في عالم الإعلام الآلي بالبرنامج، والصيغة التي يفهمها حاسوب اليوم هي ارقى واقوى واسهل من الصيغة التي كان يفهمها الحاسوب قبل عشر سنوات، فما بالك بصيغ حواسيب ثمانينات القرن الماضي والتي ما يزال كثير من الأساتذة يتبعونها في تدريسهم لمادة الخوارزميات.

و بما ان صياغة الخوارزميات تعتبر نشاطا جديدا غير مألوف عند الطلبة الجدد، يتطلب من جهة الفهم الجيد للإشكال الذي من اجله يوضع خوارزما ما، ومن جهة اخرى يرتكز على قدرة جيدة في تحليل الإشكال وايجاد حلول له، فلتمكين الطلبة من الاستيعاب التدريجي والفعال لهذا السلوك الجديد، اي كيفية صياغة الخوارزميات،، فإننا في هذا الجزء الأول من الكتاب، نستعين من جهة بعدد كبير من الأمثلة البسيطة والتي لها صلة بالواقع المعاش، ومن جهة اخرى نكثر من اعادة الشرح لما شرح من قبل من مفاهيم و خوارزميات.

من المسائل الهامة التي نتطرق اليها مبكرا في هذا الكتاب، كيفية الكتابة الجيدة والفعالة للخوارزميات حتى يكتسب الطالب تدريجيا الطبائع الحسنة في وضع الخوارزميات، فمن بين هذه الطبائع التفكير مليا في تعريف وهيكلة المعطيات والشروع دائما في وضع خوارزميات مرنة، محررة من خصائص اي محيط، وتتكيف بسهولة مع المحيط الذي تستعمل فيه.

و من بين خصاص هذا الكتاب:

- التطرق المبكر و بصفة وجيزة لما يظنه الكثير بانها مفاهيم معقدة، ثم يعاد التطرق الى كل مفهوم بصيغة اعمق ومعزز بأمثلة عديدة في فصول لاحقة.
- التأكيد المستمر منذ البداية على اهمية هيكلة الخوارزميات، حتى يلمس القارئ جدوى واهمية الهيكلة، فنبدأ في اغلب الأمثلة بسرد الحل التقليدي ثم ننقده تدريجيا حتى نصل الى حل يرقى لما وصلت اليه اليوم التقاليد في صياغة نصوص الخوارزميات و البرامج.
- التأكيد على ضرورة جعل اي خوارزم مستقل عن المحيط الذي يمكن ان يستعمل فيه، حتى يألف القارئ على تقليد مهم وهو انشاء خوارزميات يسهل اعادة استعمالها في خوارزميات اكبر و اعقد.

يجب ان ننبه الى ان الطريقة المتبعة في هذا الكتاب تهدف الى جعل الطالب يستوعب في آخر الأمر مختلف التقنيات والأساليب المستحسنة لكتابة برامج ضخمة ومعقدة بطريقة جد مهيكلة ومتحكم فيها، ولهذا، باختلاف المناهج الأخرى المتبعة في تدريس الخوارزميات، نستعمل مفاهيم هي في حقيقتها نابعة من لغات البرمجة وليس من اللغات الشبه الرمزية المستعملة في كتابة الخوارزميات، ومن بينها مفهوم ذاكرة الخوارزم، والمتغيرات العامة، والمتغيرات المحلية، والمتغيرات الظرفية، والصلات، والمتغيرات الطارئة، وحقيقة مخارج الوظائف والإجراءات، الخ.. وكذلك كيفية مبسطة لتمثيل مختلف هذه المفاهيم في ذاكرة الخوارزم، وبإدخال هذه المفاهيم والتقنيات الخاصة بلغات البرمجة في اللغة الشبه رمزية المستعملة في هذا الكتاب، نجعل سهلة عملية ترجمة خوارزم ما من اللغة الشبه الرمزية الى لغة ما من لغات البرمجة، ونجعل كثير من المفاهيم التي يتطرق اليها فقط في الدروس الخاصة بلغات البرمجة قد فهمت من خلال هذا الكتاب، ومن بين الأمور التي اخذت من لغات البرمجة التي نتطرق اليها تدريجيا هي الكتابات المختصرة، التي تحد من عدد المتغيرات المستعملة، وفي هذا الشأن، وعلى مستوى الأمثلة نعط في الأول الحلول التي ترتكز على الاستعمال الكثيف للمتغيرات ثم نبين كيف يمكن بكتابات مختصرة ان ننقص من عدد المتغيرات المستعملة.

الفصل الأول

تعريف الخوارزميات

بسم الله الرحمان الرحيم

1 - مقدمة

منذ عقدين من الزمن، اصبحنا نشاهد انتشارا واسعا وسريعا لأنظمة الاعلام الآلي ودخول استعمالها في اغلب مجالات الحياة وتواجدها المستمر في اغلب الأماكن، حتى اصبحنا نتكلم اليوم عن **الإعلام الآلي الشامل**، فنجدها تتحكم في معظم الآلات، من الأدوات البسيطة الى الأجهزة المعقدة، فتدخل على هذه الأدوات والأجهزة صفة من صفات الذكاء، حتى اصبحنا نتكلم اليوم عن **المحيط الذكي.**

في اغلب اماكن تحركاتنا نجد انظمة الاعلام الآلي ونلمس مفعولها، فهي حاضرة بقوة في تسيير المؤسسات والمشاريع، والصحة، والتعليم، والنقل، والصناعات، والمراقبة، والاتصالات وأمن المنشآت، والتنبؤ في ميدان الاقتصاد والأحول الجوية، والمساعدة القوية في اخذ القرارات الحاسمة في مختلف المجالات، وتبقى الصناعات الحربية وادارة الحروب من اضخم مستعملي أنظمة الاعلام الآلي.

في هذا المناخ المتسم **بإعلام آلي شامل**، نرى جليا ان العديد من الطرق والأساليب والإجراءات، والمخططات، التي وضعت لحل مشاكل كبرى او لبلوع اهداف ما، وكان الإنسان هو الذي يسهر على تنفيذها، اصبحت اليوم وقد حولت لأنظمة اعلامية تقوم مقام الإنسان، وتزيحه بذلك من مواطن كثيرة، حتى من مواطن اخذ القرارات في بعض مجالات الحياة، واصبح من الممكن اليوم تحويل اي طريقة او اسلوب او إجراء او مخطط، الى شغل من اشغال انظمة الإعلام الآلي.

2 - الخوارزم: اساس انظمة الأعلام الألي

تتكون انظمة الإعلام الألي من مكونان اساسيان هما(الشكل 1) :

- **المكون الصلب**، ويتمثل في الجانب المادي الملموس للحاسوب واطرافه.
- **المكون المرن**، وهو بمثابة العقل المتحكم والمستغل للمكون الصلب.

المكون المرن	**خوارزميات مختلف التطبيقات العامة والخاصة** تحرير النصوص، تسيير المؤسسات، التصوير الطبي، مراقبة الحركة الجوية، التواصل الاجتماعي، التجارة الإلكترونية الخ...
	خوارزميات نظام تشغيل واستغلال الحاسوب (مثلا: **يونكس، لنكس، ويندوز، ماكوأس**) والتطبيقات و الخدمات الأساسية (نظام تسيير الملفات، نظام تسيير قواعد البيانات، المترجمات، تحرير نصوص البرامج الخ)
	خوارزميات العمليات الأساسية: الجمع، الطرح، المقارنة، الانتقال المباشر، الانتقال الشرطي، التكرار، الخ **وهي مكونات لغة الألة (او اللغة البدائية للحاسوب)**
المكون الصلب	**المكونات الأساسية لأي حاسوب**: المعالج، الذاكرة الرئيسية، الأطراف،
	المكونات الإلكترونية الأساسية: "الترانزسطور"
	المكون الصلب: المادة والتفاعلات الفيزيائية

الشكل 1 المكونان الأساسيان لكل نظام معلوماتي

الفصل الأول : تعريف الخوارزميات

ترتكز انظمة الأعلام الألي، من ابسط امورها الى اعقدها، على مفهوم الخوارزم(الشكل 1)، فهذه الانظمة مرتبطة اليوم ارتبطا حيويا بمفهوم الخوارزم ، والحواسب نفسها، اي الجانب الصلب من انظمة الاعلام الألي، يكاد يكون كله مبني على مفهوم الخوارزم، فهيكلته وكيفية ارتباط مكوناته وكيفية التنسيق بين مكوناته، نابعة كلها من مفهوم الخوارزم، حتى العملية الحسابية لجمع عددين التي ينفذها الحاسوب، هي في حقيقتها نابعة من خوارزم، اما الجانب المرن، فانه مبني كليا على مفهوم الخوارزم، بل هو خوارزم ضخم ومعقد جدا مكون من عشرات الألاف، بل من ملايين الخوارزميات الأقل حجما وتعقيدا.

وتعتبر انظمة الإعلام الألي، بشكليها الصلب والمرن، المستهلك الحقيقي للخوارزميات، **وشغلها الوحيد هو تنفيذ الخوارزميات.**

3 - الخوارزم كمنهج رياضي

اُبتكر مفهوم الخوارزم وادخل في عالم الرياضيات من قبل العالم المسلم **أبو جعفر محمد بن موسى الخوارزمي،** في القرن التاسع الميلادي، وفي ذلك الوقت لم تستعمل كلمة الخوارزم للتدليل على هذا المفهوم، بل استعملت العبارة **"حساب الجبر والمقابلة** "، واول من ادخل كلمة **الخوارزم،** العالمة الإنجليزية **"أدا لوفلاس"،** اعترافا وتكريما لما قدمه الخوارزمي في علوم الرياضيات.

3 - 1 التعريف الرياضي للخوارزم

في اطار مرتبط كليا بعلوم الرياضيات، عُرف الخوارزم على انه **سلسلة من العمليات الحسابية، وضعت للحصول على نتيجة ما،** و من بين التعاريف التي ذاع صيتها ما يلي:

- الخوارزم مجموعة مرتبة من عمليات حسابية لا لبس في فهمها، اذا نفذت تؤدي الى نتيجة في وقت محدد.

- الخوارزم مجموعة من الخطوات الرياضية والمنطقية والمتسلسلة اللازمة لحل مشكلة ما.

- الخوارزمسلسلة من الخطوات المنطقية المتتالية التي تُكتب بشكل منطقي لكي تحل مشكلة معنية.

3 - 2 الخصائص الهامة للخوارزم

ونستخلص من التعاريف السابقة الخصائص الهامة التالية:

- عدم وجود اي لبس في فهم الخوارزم عند قراءته، فهو **ذو قراءة واحدة.**

- **الترتيب** المحكم للعمليات.

- الحصول على **نتيجة** في وقت محدد و معقول.

3 - 3 الخوارزم وُجد لينفذ

بما ان الخوارزم في حقيقته مجموعة من العمليات مرتبة بإحكام لبلوغ هدف ما، فإنجاز العمليات حسب المنطق الذي رتبت عليه يسمى تنفيذ الخوارزم، فبلوغ الهدف الذي من اجله وُجد الخوارزم يكون بتنفيذه، فكما توضع الخطط من اجل تنفيذها، تنشأ الخوارزميات من اجل تنفيذها.

4 - الخوارزم في عالم الإعلام الآلي

اذا كان مفهوم الخوارزم قد نشأ في بيئة لم تعرف قط مفهوم الحاسوب وانظمته، فلا يمكن اليوم ان نذكر كلمة خوارزم دون التفكير في الآلة التي سينتقل اليها الخوارزم لتستهلكه (اي تنفذه)، ومن النادر جدا ان نجذ نشاطا من اجل انشاء خوارزم دون ان تكون هناك نية لتحويله في آخر الأمر ليستهلك من قبل حاسوب ما، فالخوارزم لن يكون له اي معنى اذا لم يكن موجها للاستهلاك من قبل انظمة الاعلام الآلي، وهذه الانظمة لا تعرف فقط العمليات الحسابية والمنطقية، بل اصبحت اليوم قادرة على فهم كيفية الرسم، وكيفية الاتصال، والبحث السريع في كميات ضخمة من المعلومات، الخ... فالارتباط المباشر بالرياضيات في تعريف الخوارزم كان صحيحا في فترة سابقة، قبل تعميم استعمال انظمة الإعلام الألي على معظم مجالات الحياة.

4 - 1 التعريف العملي للخوارزم في عالم الإعلام الآلي

في مناخ متسم بإعلام آلي شامل، نرى وجوب ضرورة اعادة النظر في تعريف الخوارزم وضرورة ان يكون هذا التعريف يتماشى مع الواقع، ونرى ضرورة دعم هذا التعريف بإبراز الخصائص الأساسية للخوارزم، فمن كانت فيه هذه الخصائص يمكن ان نطلق عليه اسم خوارزم، ومن افتقد احدى هذه الخصائص، فليس بخوارزم، وعلى من يريد ان يجعله خوارزما ان يجلب له ما افتقد من الخصائص.

التعريف: الخوارزم هو وصف دقيق لا لبس فيه، اي **ذو قراءة واحدة و فهم واحد،** لطريقة أو منهج، أو كيفية، أو اجراء، أو اسلوب، او مخطط، لحل اشكال ما او للوصول الى هدف ما، في عدد متناهي من المراحل وفي وقت معقول و مقبول.

4 – 2 خصائص الخوارزم

- **لغة الوصف:**

- تستعمل في وصف الخوارزم **لغة دقيقة** لا تحتمل مفرداتها اي لبس عند قراءتها.
- بما ان الآلة هي المستهلك المستهدف من انشاء خوارزم، فيجب ان يكون للخوارزم وصفا تفهمه الآلة لتنفذه.
- على مستوى البشر يكون وصف الخوارزم بلغة يفهمها البشر و على مستوى الآلة يجب ان يكون وصف الخوارزم بلغة تفهما الآلة، والوصف البشري هو اول وصف

للخوارزم، والوصف بلغة الآلة هو آخر وصف للخوارزم قبل تنفيذه من قبل الآلة، فترجمة الخوارزم من لغة البشر الى لغة الآلة ضرورية لتنفيذه من قبل الآلة.

- **التعليمات اساس الوصف** : يحتوي وصف الخوارزم على مجموعة من **التعليمات** مرتبة ومنتظمة انتظاما دقيقا.

- تعبر كل تعليمة على مرحلة ما من المراحل التي يمر بها الخوارزم.
- والتعليمة كتابة تحتوي على أمر بتنفيذ عملية او عدة عمليات، والعملية يمكن ان تكون
  - عملية حسابية بسيطة جدا او معقدة جدا.
  - عملية حسابية مركبة من عدة عمليات اخرى.
  - عملية طلب تنفيذ خوارزم آخر يقدم للخوارزم قيد التنفيذ خدمة ما.
  - الخ

- **اسم الخوارزم**

- للخوارزم اسم يميزه عن باقي الخوارزميات
- في الغالب يعُطى للخوارزم اسم يـُ خبر عن الهدف الذي من اجله وضع الخوارزم.

- واضع الخوارزم

- واضع الخوارزم هو من فكر في كيفية حل مشكل ما او بلوغ هدف ما، ففكر في كيفية انشاء الخوارزم، ثم انجز الخوارزم الذي بتنفيذه يمكن حل المشكل او بلوغ الهدف.

- منفذ الخوارزم

- يوضع الخوارزم لينفذ، والمنفذ الة او اي كائن آخر يجب ان يتصف وقت التنفيذ بصفة الآلة، يفُعطى الخوارزم لينفذه، فلا يطلب منه الفهم الكلي للخوارزم او ادراك خصائصه او حسناته او عيوبه، بل يشترط منه فقط فهم الأسلوب الذي وصف به الخوارزم وما ورد في الوصف من مفردات، و كيفية انجاز كل ما ورد في الخوارزم من تعليمات، ولكون **التنفيذ يتم بصورة آلية**، سوف نستعمل بالسواء كلمة **المنفذ** او عبارة **آلية التنفيذ**.
- اول من يقوم بتنفيذ الخوارزم هو واضعه، وهذا من اجل التحقق من صحته وفعاليته في حل المشكل او بلوغ الهدف الذي من اجلهُ وضع الخوارزم، ويجب على الواضع في حالة تنفيذ الخوارزم، ان يستعمل فقط القدرات المطلوبة من المنفذ، فيأخذ الخوارزم وينفذه و كأنه ألة، ويصبح الواضع في هذه الحالة هو **آلية التنفيذ**، وفي هذه الحالة يكون الخوارزم موصوف بلغة يفهمها البشر، بالتحديد واضع الخوارزم.

- المنفذ النهائي للخوارزم هي الآلة (الحاسوب)، وفي هذه الحالة يكون الخوارزم قد حول الى لغة الآلة.

- **محيط الخوارزم**

- لكل خوارزم محيط، ومحيط الخوارزم هو مجمل المعلومات التي يجدها الخوارزم عند انطلاقه او تُنتج اثناء تنفيذه.
- يمكن للخوارزم ان يغير المحيط اما بإثرائه بمعلومات جديدة، او بتغيير معلوماته، ويعتبر تغيير المحيط هو النتيجة التي افضى اليها الخوارزم.
- من خلال ما يوفره من معلومات، يكون للمحيط الأثر البالغ في المسالك التي تأخذها آلية التنفيذ، ويكون لكل مسلك تأثيره الخاص على المحيط.

- **نتيجة الخوارزم**

- تنفيذ الخوارزم يجب ان يفضي الى تغيير في المحيط، وبتعبير آخر يجب ان يفضي الى نتيجة انطلاقا من معلومات توفر له، فما فائدة خوارزم ما ان لم يكن له تأثير في محيطه، و نوع التأثير هومن الأهداف التي من اجلها وضع الخوارزم.

- **المستفيد من الخوارزم**

- وهو الذي يطلب من آلية التنفيذ، تنفيذ الخوارزم.
- هو الذي يوفر المعطيات اللازمة لعمل الخوارزم.
- هو الذي يستفيد من النتائج التي توصل اليها الخوارزم، فيستغلها لأغراض اخرى او يستهلكها.
- لا يعلم المستفيد الا الوجه المعلن للخوارزم، اي اسمه والمعطيات التي توفر له والنتائج التي تأخذ منه، فلا يهم المستفيد ان يعرف الكيفية التي صمم وكتب بها الخوارزم ولا المنطق الذي عليه رتبت تعليمات وعمليات الخوارزم.
- ويمكن ان يكون المستفيد:
  - كائنا صلبا كالبشر والآلات والاجهزة.
  - او كائنا مرنا كالخوارزميات الأخرى.
- و يعرف المستفيد ايضا باسم **المستعمل** او **المستغل**

- **مسالك الخوارزم:**

- المسلك سلسلة من المراحل (او التعليمات) يمر بها تباعا تنفيذ الخوارزم.
- يحتوي وصف الخوارزم على مسلك او عدة مسالك يمكن ان ينتهجها تنفيذ الخوارزم.

- في محيط ما، يمكن ان ينتهج تنفيذ الخوارزم مسلكا معينا او مسالك معينة يمكن ان تكون مختلفة عن المسالك التي ينتهجها تنفيذ الخوارزم في محيط آخر.

- بداية الخوارزم ونهاياته:

- للخوارزم **بداية واحدة**، تسمى **نقطة الدخول** او **نقطة الانطلاق**.
- البداية هي التعليمة التي يبدأ منها اجباريا تنفيذ الخوارزم، مهما كانت الظروف التي تحيط بتنفيذ الخوارزم، وتكون هذه البداية متمثلة في التعليمة الموجودة في المرحلة الأولى، وتظهر غالبا في بداية وصف الخوارزم.
- لكل مسلك بداية، هي حتما بداية تنفيذ الخوارزم.
- لكل مسلك نهاية، وعندها ينته تنفيذ الخوارزم.
- يمكن لمسلكين مختلفين ان ينتهيا بنفس التعليمة او بتعليمتين مختلفتين، وتسمى اخر تعليمة في مسلك ما **بنقطة الرجوع**، او **الخروج** من الخوارزم.
- يمكن لخوارزم فيه اكثر من مسلك ان تكون له نهايات مختلفة.

- الخوارزم اساس إنماء معرفة المنفذ

- بعد التحقق من فعاليته و جودته، يمكن ان يتحول الخوارزم الى معرفة و خبرة عند المنفذ، تستعمل فيما بعد لكتابة خوارزميات تستغل مباشرة هذه المعرفة، فيكفي ان يعُرف اسم الخوارزم ومتطلباته ليُ مكن اعادة استعماله في وصف خوارزميات اخرى لحل مشاكل معقدة، وبهذه الطريقة تتراكم المعرفة والقدرات والذكاء لدى منفذي الخوارزميات.

5 - كيفية وصف الخوارزميات

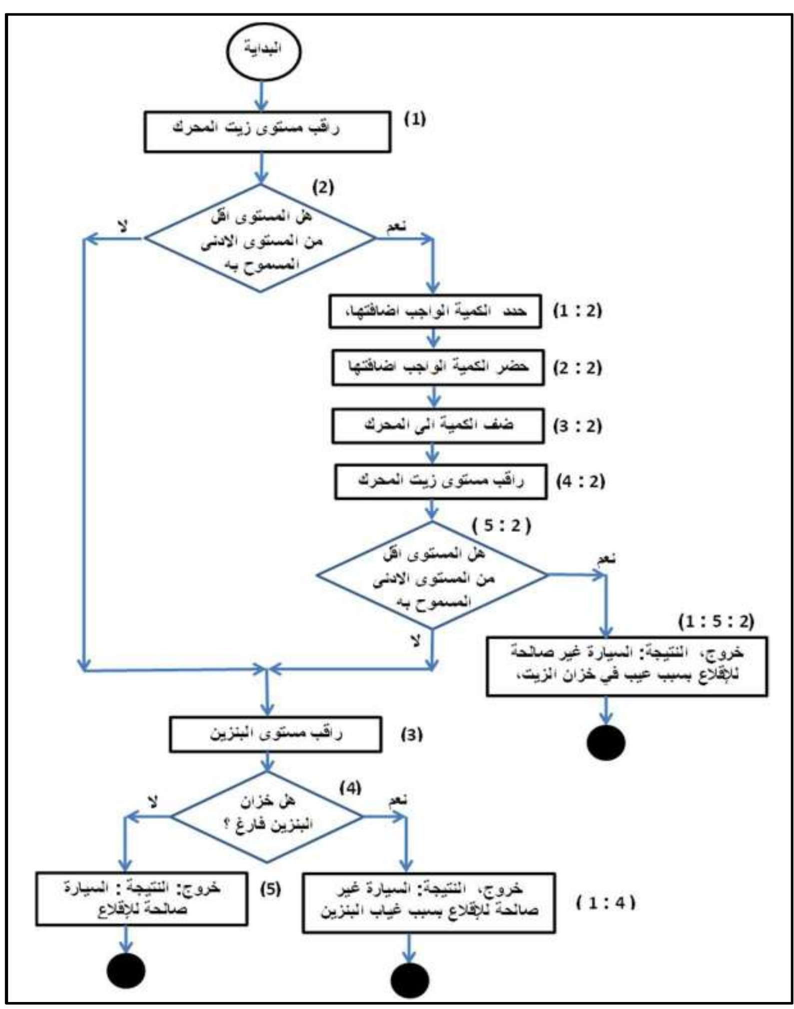
توجد طرق عدة لوصف الخوارزميات، وتظهر هذه الطرق على احد الشكلين التاليين:

- **الرسم** : تُستعمل في الوصف اشكال هندسية متفق عليها، تكتب فيها او بجانبها عبارات بلغة ما، كاللغة العربية ، ومن اشهر هذه الرسوم:

- **خارطة الانسياب** (الشكل 2)،
- **خارطة الأنشطة** في لغة "**يو أم أل**[1]"،
- **خارطة تسلسل التفاعلات** في لغة "**يو أم أل**"،

- **النص بلغة ما:** استعمال خارطة الانسياب او أي خارطة اخرى، يكون دائما متبوعا بعملية ترجمة للحصول على نص بلغة ما (النص 1 و النص 2)، وهذا النص يكون هو المنطلق في عملية تحويل الخوارزم للصيغة التي يستهلك بها من قبل الحواسب.

[1] UML (Unified Modeling Language)



الشكل 2 خارطة انسياب لخوارزم تهيئة السيارة للإقلاع

خوارزم تهيئة السيارة للإقلاع
1 : راقب مستوى زيت المحرك
2 : **إذا كان** المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به
2 : 1 : حدد الكمية الواجب اضافتها،
2 : 2 : حضر الكمية الواجب اضافتها
2 : 3 : ضف الكمية الى المحرك
2 : 4 : راقب مستوى زيت المحرك
2 : 5 : إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به،
2 : 5 : 1 : **رجع** "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في خزان الزيت"
3 : راقب مستوى البنزين
4 : إذا كان خزان البنزين فارغا،
4 : 1 : ارجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غياب البنزين"
5 : ارجع " السيارة صالحة للإقلاع"

النص 1 وصف بطريقة الترقيم لخوارزم تهيئة السيارة للإقلاع

خوارزم تهيئة السيارة للإقلاع
البداية
| **راقب مستوى زيت المحرك**
| **إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به نفذ ما يلي**
| **البداية**
| | حدد الكمية الواجب اضافتها
| | حضر الكمية الواجب اضافتها
| | ضف الكمية الى المحرك
| | راقب مستوى زيت المحرك
| | إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به
| | **البداية**
| | | **رجع** "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في خزان الزيت"
| | **النهاية**
| **النهاية**
| **راقب مستوى البنزين**
| **إذا كان خزان البنزين فارغا نفذ ما يلي**
| **البداية**
| | **ارجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غياب البنزين"**
| **النهاية**
| **ارجع " السيارة صالحة للإقلاع"**
النهاية

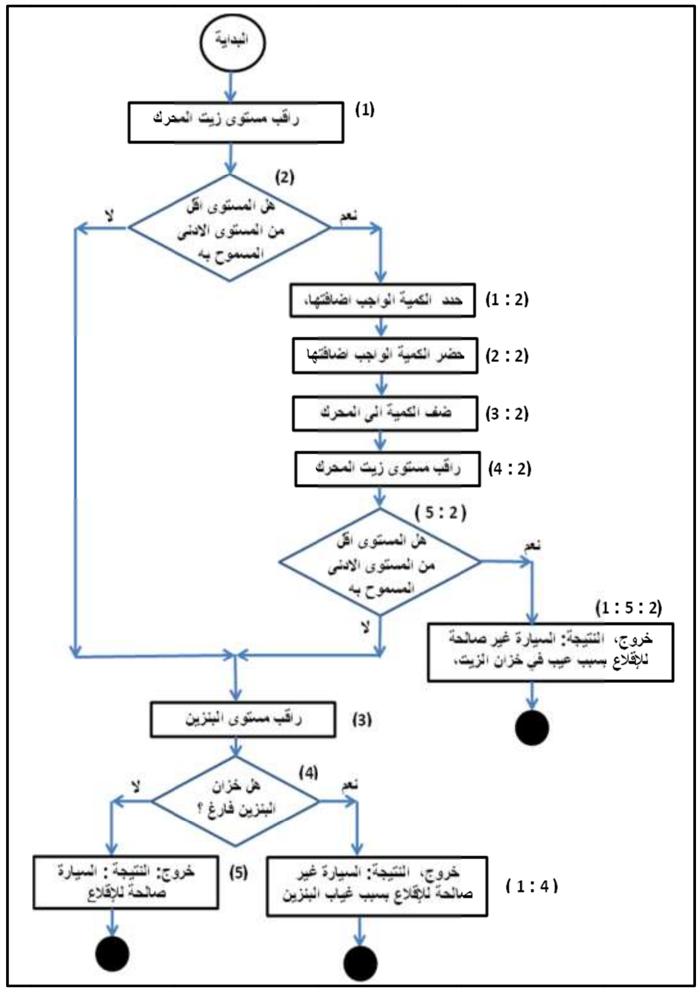
النص 2 الوصف المهيكل لخوارزم تهيئة السيارة للإقلاع

الفصل الثاني

خارطة الانسياب

1 - مقدمة

في كثير من الأحيان، خاصة عند المبتدئين، يمثل انجاز **خارطة الانسياب** المرحلة الأولى في التعريف بسلوك أي خوارزم، وتتبع هذه المرحلة، مرحلة كتابة نص الخوارزم، وتمثل خارطة الانسياب الأسلوب المفضل عند المبتدئين للتعبير ولفهم خوارزم ما، ويرجع هذا، لسهولة استيعابها و فهم محتواها ، فبمجرد رؤية رسم ما او اتجاه سهم ما، يستنتج القارئ نوعية التعليمة والمسار الذي يسلكه التنفيذ، فعلى سبيل المثال تظهر في **الشكل 1** خارطة الانسياب للخوارزم "**تهيئة السيارة للإقلاع**"، و **النص 1** و **النص 2** تعبيرين مختلفين لنفس الخوارزم[1]، ويظهر جليا للمبتدئين ان خارطة الانسياب ابلغ في تعريف الخوارزم وإبراز مختلف مسالكه.



الشكل 1 خارطة انسياب لخوارزم تهيئة السيارة للإقلاع

[1] **نشير هنا ان محتوى الخوارزم الحقيقي اطول، وما نذكره هنا هدفه الاساسي المساعدة على فهم المبادئ و الخصائص المرتبطة بالخوارزميات، وهذا هو شأن كثير من الأمثلة في هذا الكتاب،**

خوارزم تهيئة السيارة للإقلاع
1 : راقب مستوى زيت المحرك
2 : **إذا كان** المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به
2 : 1 : حدد الكمية الواجب اضافتها،
2 : 2 : حضر الكمية الواجب اضافتها
2 : 3 : ضف الكمية الى المحرك
2 : 4 : راقب مستوى زيت المحرك
2 : 5 : إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به،
2 : 5 : 1 : **ارجع** "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في خزان الزيت"
3 : راقب مستوى البنزين
4 : إذا كان خزان البنزين فارغا،
4 : 1 : **ارجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غياب البنزين"**
5 : **ارجع " السيارة صالحة للإقلاع"**

النص 1 وصف بطريقة الترقيم لخوارزم تهيئة السيارة للإقلاع

خوارزم تهيئة السيارة للإقلاع
البداية
راقب مستوى زيت المحرك
إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به نفذ ما يلي
البداية
حدد الكمية الواجب اضافتها
حضر الكمية الواجب اضافتها
ضف الكمية الى المحرك
راقب مستوى زيت المحرك
إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به
البداية
رجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في خزان الزيت"
النهاية
النهاية
راقب مستوى البنزين
إذا كان خزان البنزين فارغا نفذ ما يلي
البداية
ارجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غياب البنزين"
النهاية
ارجع " السيارة صالحة للإقلاع"
النهاية

النص 2 الوصف المهيكل لخوارزم تهيئة السيارة للإقلاع

لكن مع تزايد خبرة واضعي الخوارزميات، وتزايد حجم المسائل التي تعالج بالخوارزميات، يتراجع اللجوء الى المرحلة التي تنجز فيها خارطة الانسياب، وهذا لعدة اسباب منها:

– صعوبة انجاز خارطة انسياب كبيرة تصف خوارزما معقدا، فمثل هذه الخرائط تتطلب اكثر من ورقة للرسم.

– سهولة التعبير بالأسهم عن الانتقال من مرحلة الى مرحلة، يجُر واضع الخوارزم الى الأفراط في استعمالها لربط التعليمات، خاصة تلك التي تتباعد في الرسم، وكنتيجة لهذا الأفراط يتحصل واضع

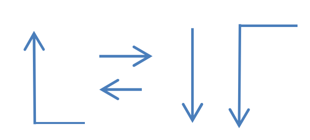
الفصل الثاني: خارطة الانسياب

الخوارزم على رسم معقد جدا تتشابك الأسهم فيه بكثرة، فيصعب فهمه والتحكم فيه بعد ذلك ممن لم يضعه وحتى من واضعه، وتصبح عملية تحويله الى نص معقدة جدا ترتكب فيها اخطاء يصعب ايجادها لتصحيحها.

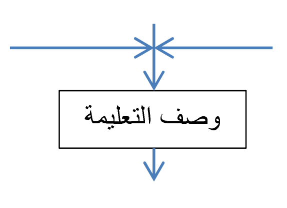
ولكوننا مبتدئين، ومتعاملين مع مسائل سهلة، سوف نستعمل في بداية هذا الكتاب خارطة الانسياب بالتوازي مع التعبير النصي، وعندما نألف الكتابة المباشرة لنصوص الخوارزميات سنتخلى عن خارطة الانسياب ولن نستعملها الا نادرا.

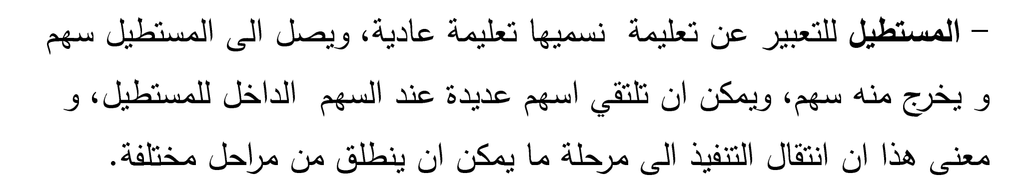
2 – مكونات خارطة الانسياب

تستعمل خارطة الانسياب اشكال عديدة من اهمها:

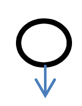


– **الأسهم** للتعريف عن اتجاه المسلك الذي يمكن ان يأخذه تنفيذ الخوارزم، ويبين كل سهم المرحلة (او التعليمة) التي ينتقل اليها التنفيذ بعد الانتهاء من تنفيذ تعليمة ما.

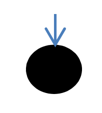




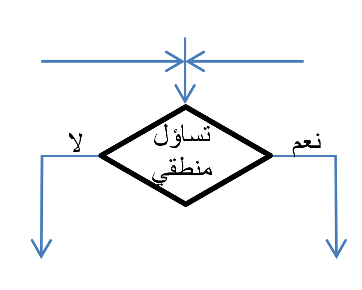
– **المستطيل** للتعبير عن تعليمة نسميها تعليمة عادية، ويصل الى المستطيل سهم و يخرج منه سهم، ويمكن ان تلتقي اسهم عديدة عند السهم الداخل للمستطيل، و معنى هذا ان انتقال التنفيذ الى مرحلة ما يمكن ان ينطلق من مراحل مختلفة.



– **الدائرة البيضاء** التي تعبر عن بداية الخوارزم ويخرج منها سهم في اتجاه التعليمة الأولى التي يستهل بها تنفيذ الخوارزم.

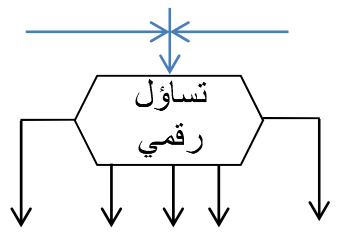


– **الدائرة السوداء** التي تعبر عن نهاية الخوارزم (او مسلك ما).



– **المعين** الذي يكتب فيه **تساؤلا** يجب الإجابة عليه عندما ينتقل التنفيذ اليه، والتساؤل تعليمة يُقيّم فيها شرط ، ويصل المعين سهم في احدى زواياه (الزاوية العلوية في غالب الأحيان)، يمكن ان تلتقي فيه اسهم اخرى، ويخرج من الزوايا الباقية سهمين، وتظهر مع احد السهمين كلمة **نعم** او كلمة **صحيح** او أي كلمة اخرى تعادلهما، وتظهر مع السهم الآخر كلمة **لا** او كلمة **خطأ** او أي كلمة اخرى تعادلهما، ولكونه يفضي الى مثل هذه النتائج، يسمى مثل هذا التساؤل بتساؤل **منطقي**، فاذا صح ، وتكون بذلك الإجابة بنعم ، فان التنفيذ يتبع المسلك الذي كتب في سهمه كلمة **نعم** او كلمة **صحيح** او أي كلمة اخرى تفيد بصحة الشرط، واذا لم يصح شرط التساؤل، وتكون الإجابة بلا ، فان التنفيذ يتبع المسلك الذي كتب في

سهمه كلمة **لا** او كلمة **خطأ** او أي كلمة اخرى تفيد بخطأ في الشرط.



– **سداسي الأضلاع:** اذا كانت العملية تساؤلا يحتمل اكثر من اجابتين (الشكل 3) ، نستعل في هذه الحالة شكلا هندسيا، كسداسي الأضلاع تنطلق من جانبيه ومن اسفله المسالك الخارجة منه ، كما يظهر في الشكل 3، و هذا الشكل اقل استعمالا من المعين، وفي العموم يكون التساؤل المرتبط بسداسي الاضلاع تساؤلا رقميا، اي ان اجابته (او نتيجته) عدد طبيعي.

> **تنبيه:** الأرقام التي ادخلناها في خارطة الانسياب (**الشكل 1**)، ليست متعارف عليها ولا تنتمي الى مجموعة الرسوم المستعملة في انجاز خرائط الانسياب، وقد ادخلناها في بعض الخرائط (**الشكل 1**) لجعل الشرح اوضح عندما نشير في النص الى تعليمة ما في خارطة الانسياب، فبدل ذكر التعليمة المكتوبة داخل رسم من الرسوم، نذكر فقط الرقم.

3 – أمثلة توضيحية

3 – 1 : المثال الأول: خوارزم " تهيئة السيارة للإقلاع"

يُظهر **الشكل 1** خارطة الانسياب للخوارزم "**تهيئة السيارة للإقلاع**"، و مثل هذا الخوارزم نجده عموما في دليل استغلال السيارة، وفيما يلي نستعرض بعض خصائص هذا الخوارزم.

– **اسم الخوارزم:** نرى جليا ان لهذا الخوارزم اسم يميزه عن غيره، والاسم الذي اختير هو " **تهيئة السيارة للإقلاع**"، وسوف نرى فيما بعد، انه في عالم بناء الخوارزميات وصناعة برامج الحاسوب توجد قواعد متعارف عليها تتحكم في كيفية كتابة اسماء الخوارزميات.

– **واضع الخوارزم:** واضع مثل هذا الخوارزم هي المؤسسة المنتجة للسيارة.

– **منفذ الخوارزم :** منفذ مثل هذا الخوارزم هو كل من :

- يعرف التعامل مع السيارات، كمراقبة مستوى الزيت والبنزين.
- يفهم اللغة التي استعملت في خارطة الانسياب.

– **المستفيد المباشر من الخوارزم:** اذا قلنا ان المستفيد المباشر هو قائد السيارة، فان مثل هذا الجواب سطحي في حقيقته ولا يتسم بالدقة التي هي دائما مطلوبة في عالم الخوارزميات، فالمستفيد المباشر من هذا الخوارزم هي في حقيقة الأمر طريقة **استغلال السيارة**، وبعبارة اخرى خوارزم "**استغلال السيارة**"، وخوارزم "**استغلال السيارة**" اشمل من خوارزم "**تهيئة السيارة للإقلاع**"، فهذا الأخير جزء صغير من اجزاء خوارزم "**استغلال السيارة**"، وما دام الخوارزم الشامل يرتكز على خوارزميات اصغر وفعالة،

فيكون الخوارزم الشامل خوارزما فعالا، ذو جودة عالية، ونقول ايضا ان خوارزم "**استغلال السيارة**" يستفيد من خدمات خوارزمياته الجزئية، كخوارزم "**تهيئة السيارة للإقلاع**"، اما قائد السيارة فهو المستفيد المباشر من خوارزم "**استغلال السيارة**"، و المستفيد غير المباشر من خوارزم "**تهيئة السيارة للإقلاع**".

– **نتيجة الخوارزم** : فبعد اتمام التنفيذ، يتحصل المنفذ على معلومة تنبأه عن نوعية المرحلة التالية التي يجب ان يشرع فيها: "**الإقلاع**" او"**طلب الإعانة لإصلاح السيارة**"، ويفضي هذا الخوارزم الى احدى النتائج التالية:

- o السيارة صالحة للإقلاع.
- o السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غيات البنزين.
- o السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في المحرك.

نهايات الخوارزم: يحتوي هذا الخوارزم على 3 نقاط ينته عندها التنفيذ:

- o التعليمة المكتوبة في المستطيل (2 : 5 : 1).
- o التعليمة المكتوبة في المستطيل (4 : 1).
- o التعليمة المكتوبة في المستطيل (5 :).

– **محيط الخوارزم** : ما هو شكل المحيط الذي ينطلق معه تنفيذ الخوارزم؟ تمثل السيارة ومستوى الزيت وحالة خزان البنزين محيط الخوارزم عند انطلاق تنفيذه، فلا يمكن تنفيذ مثل هكذا خوارزم دون وجود هذا المحيط.

– **مسالك الخوارزم:** هل كل التعليمات التي وردت في الخوارزم تنفذ مهما كان شكل محيط الخوارزم (اي مهما كانت المعطيات)، والجواب لا، فحسب ما يمليه المحيط يسلك تنفيذ الخوارزم مسلكا خاصا، تنفذ فيه فقط تعليمات المسلك، ولا تنفذ التعليمات الخارجة عن المسلك.

– **شكل المحيط يحدد المسلك الذي يتبع في تنفيذ الخوارزم:** ما هي اشكال المحيط وما هو المسلك الذي يتبعه الخوارزم لعلاج كل شكل؟

- o **الشكل الأول: مستوى الزيت جيد وخزان البنزين غير فارغ:** في هذا الشكل يتبع الخوارزم المسلك: (1)، (2)، (3)، (4) ، (5)، ونسميه المسلك الأول.
- o **الشكل الثاني: مستوى الزيت، ناقص، فتضاف اليه كمية، فيصبح جيدا وخزان البنزين غير فارغ:** في هذا الشكل يتبع الخوارزم المسلك: (1)، (2)، (2 : 1)، (2 : 2)، (2 : 3)، (2 : 4)، (2 : 5)، (3)، (4) ، (5). ونسميه المسلك الثاني.

- **الشكل الثالث: مستوى الزيت، ناقص، فتضاف اليه كمية، فيصبح جيدا وخزان البنزين فارغ:** في هذا الشكل يتبع الخوارزم المسلك: (1)، (2)، (2 : 1)، (2 : 2)، (2 : 3)، (2 : 4)، (2 : 5)، (2 : 5 : 1)، وهذا هو المسلك الثالث.
- **الشكل الرابع: مستوى الزيت، ناقص، فتضاف اليه كمية، فيبق ناقصا:** في هذا الشكل يتبع الخوارزم المسلك: (1)، (2)، (2 : 1)، (2 : 2)، (2 : 3)، (2 : 4)، (2 : 5)، وهذا هو المسلك الرابع.

– **شكل المحيط بعد تنفيذ الخوارزم:** هل شكل المحيط بقي كما هو ام تغير بعد ان سلك التنفيذ مسلكا ما؟ والجواب ان كل مسلك احدث تغيرا في المحيط بإضافة معلومة او بتغيير بعض خصائصه:

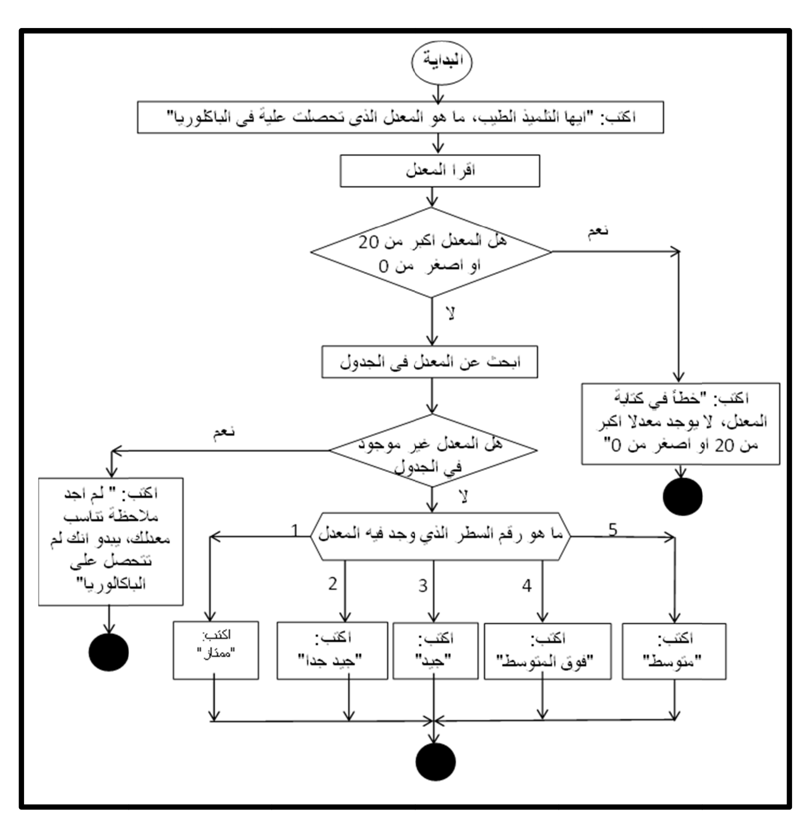
- المسلك الأول : **اضاف** المعلومة **السيارة صالحة للإقلاع.**
- المسلك الثاني : **غيّر كمية الزيت** و **اضاف** المعلومة: **السيارة صالحة للإقلاع.**
- المسلك الثالث : **غيّر كمية الزيت** و **اضاف** معلومة: **السيارة غير صالحة للإقلاع.**
- المسلك الرابع : **غيّر كمية الزيت** واضاف معلومتين:
  - المعلومة الأولى هي **السيارة غير صالحة للإقلاع**
  - المعلومة الثانية هي **عيب في المحرك.**

– **لغة الخوارزم:**

- هل يستطيع من لا يعرف العربية ان ينفذ خوارزم **الشكل 1**؟ بالطبع لا.
- وهل يستطيع من نفذ هذا الخوارزم وهو مكتوب بلغة أخرى ان ينفذه وهو باللغة العربية؟ هنا تبرز حالتين
  - **الحالة الأولى:** الذي نفذ الخوارزم بلغته نسي الخوارزم، وبصيغة اخرى، لم يحتفظ به في ذاكرته، وازاحه منها : لتنفيذ هذا الخوارزم يجب اعطاؤه له مكتوبا بلغته، وهذا الخوارزم مكتوب بالعربية، فلا يمكن اذا ان ينفذه، فالجواب كسابقه
  - **الحالة الثانية:** الذي نفذ الخوارزم بلغته قد حفظه في رأسه: فلا يحتاج لتنفيذه ان يعيد قراءة المراحل من خارطة الانسياب، فهذه المراحل قد ثبتت في ذهنه على شكل غير شكل خارطة الانسياب، بل على شكل خاص في دماغ المنفذ، **وتحول الخوارزم الى معرفة** وأصبح وكأنه تعليمة من التعليمات الأساسية التي يفهمها المنفذ، وهنا علينا فقط إخبار المنفذ باسم الخوارزم على الشكل الذي يعرفه.

3 – 2 المثال الثاني: خوارزم: الملاحظة المصاحبة لمعدل الباكالوريا

في هذا الخوارزم (الشكل 2) يتفاعل (او يتحاور) الخوارزم والمستفيد باستعمال ورقة يكتب فيها منفذ الخوارزم ويجيبه فيها المستفيد (او المستعمل لهذا الخوارزم)، ونسمي هذه الورقة "**ورقة التفاعل**"، ويستغل منفذ الخوارزم ورقة اخرى نسميها "**ورقة العمل**" (الشكل 3) وتحتوي على جدول وعلى منطقة يكتب فيها منفذ الخوارزم المعدل الذي يصرح به المستفيد، وهذه الورقة لا يراها ولا يستعملها الا منفذ الخوارزم.



الشكل 2 : خوارزم " ملاحظة معدل البكالوريا "

الجمعية الأهلية لإرشاد حاملي شهادة البكالوريا

العام الدراسي 2013 - 2014

اقسام المعدلات

رقم	الصغير	الكبير
1	17,00	20,00
2	15,00	16,99
3	13,00	14,99
4	12,00	12,99
5	10,00	11,99

المعدل

الشكل 3 : ورقة العمل يستعملها المنفذ لمعرفة اقسام المعدلات

يحتوي كل سطر من اسطر جدول "**ورقة العمل**" على معدلين، ويحاول الخوارزم ان يجد في الجدول السطر الذي يناسب المعدل الذي يظهر في "**ورقة العمل**"، فاذا كانت قيمة المعدل توجد بين قيمتي سطر ما، فذلك السطر هو السطر المطلوب، وحسب قيمة رقم السطر، يكتب الخوارزم الملاحظة التي تحصل عليها التلميذ، ولا يحتوي الجدول على معدلات اقل من 10.

– **المنفذ** في حالنا هذه هو اي شخص يعرف كيف ينفذ مختلف التعليمات كتعليمات القراءة والكتابة ويعرف ايضا كيف يبحث في جدول يوفر له، فيمكن مثلا ان يكون المنفذ انسان صم بكم، فإذا صادف التعليمة '**اكتب** "**ايها الطيب، ما هو المعدل الذي تحصلت عليه في الباكالوريا**"'، يقوم مباشرة بكتابة الجملة " **ايها الطيب** ...." على **ورقة التفاعل**، واذا صادف التعليمة **اقرأ المعدل**، يقوم برصد ما يكتبه المستفيد على **ورقة التفاعل**، ثم ينقله الى المنطقة المناسبة في **ورقة العمل**.

– **المستفيد** (او المستعمل) من هذا الخوارزم هو اي انسان يريد معرفة الملاحظة التي تناسب معدل ما في امتحان الباكالوريا.

– **نقاط النهاية:** يحتوي هذا الخوارزم على 7 نقاط ينته عندها التنفيذ و يفضي منها الى احدى النتائج التالية:

- المعدل غير صحيح
- المعدل غير موجود
- احدى الملاحظات التالية:
  - "ممتاز"،
  - "جيد جدا"،
  - "جيد"،
  - "فوق المتوسط"،
  - "متوسط"

– **محيط الخوارزم :**

- يمثل **جدول المعدلات** (الشكل 3) المحيط الذي ينطلق منه تنفيذ الخوارزم.
- اثناء التنفيذ، يضاف للمحيط معلومة جديدة وهي **المعدل** الذي يقرأه المنفذ.
- في نهاية التنفيذ تضاف الى المحيط **احدى النتائج التي افضى اليها الخوارزم**

3 –2 – 1 أهمية تهيئة وتنظيم المحيط:

يلعب المحيط الذي يستقي منه الخوارزم المعلومات، دورا اساسيا في عملية وضع خوارزم ما، فكلما كان المحيط منظما وموفرا للمعلومات الهامة للخوارزم، زادت سهولة وضع الخوارزم، وفعاليته وجودته، و**الشكل 4** مع الشكل 5 يوضحان هذه القاعدة.

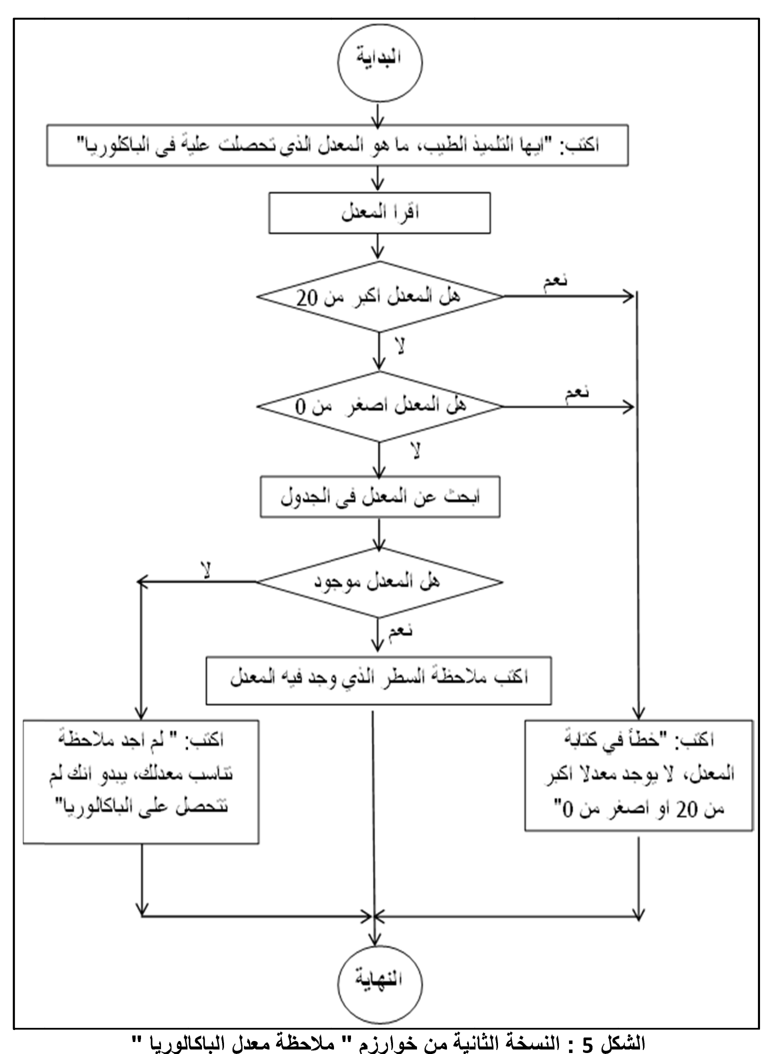


الجمعية الأهلية لإرشاد حاملي شهادة البكالوريا
العام الدراسي 2013 - 2014
اقسام المعدلات والملاحظات

رقم	الصغير	الكبير	الملاحظة
1	17,00	20,00	"ممتاز"
2	15,00	16,99	"جيد جدا"
3	13,00	14,99	"جيد"
4	12,00	12,99	"فوق المتوسط"
5	10,00	11,99	"متوسط"

المعدل

الشكل 4 ورقة يستعملها المنفذ لمعرفة اقسام المعدلات والملاحظات المناسبة لكل قسم



الشكل 5 : النسخة الثانية من خوارزم " ملاحظة معدل الباكالوريا "

في **الشكل 4**، اضفنا الى الجدول عمودا ثالثا، وفيه وضعت الملاحظات المناسبة، وبهذه المعلومة الجديدة التي يحتويها المحيط، سوف تحذف من الخوارزم العمليات التي تحدد الملاحظة انطلاقا من رقم سطر، وتعوض بتعليمة واحدة وهي كتابة الملاحظة الموجودة في السطر المناسب للمعدل، ونتيجة للتنظيم الذي ادخل في المحيط، نلاحظ امرين مهمين في خريطة الإنسياب (الشكل 5) :

- الخريطة اقل تعقيدا من تلك التي في الشكل 2، فلم نستعمل مثلا التعليمة الشرطية الرقمية التي منها يتفرع المسلك الداخل الى خمسة افرع.
- تنحسر نقاط الخروج، اي النقاط التي ينته عندها تنفيذ الخوارزم، الى 3 نقاط بدلا من 7 نقاط في الشكل 2.

3 -2 – 2 أهمية تهيئة وتنظيم المحيط على مرونة الخوارزم:

الخوارزم المرن هو ذلك الخوارزم الذي يتكيف مع محيطه، فلا يتطلب اعادة كتابته او اعادة تسديده اذا اختلفت كما وكيفا معطيات المحيط، فمثلا يمكن تغيير اسم الملاحظات، لتصبح تلك التي في الشكل 6، كما يمكن اعادة تعريف اقسام المعدلات او اضافة ملاحظات اخرى كما يظهر في الشكل 7، وفي كلتا الحالتين يبق الخوارزم كما هو، لم يتغير فيه شيء.

الجمعية الأهلية لإرشاد حاملي شهادة البكالوريا
العام الدراسي 2013 - 2014
اقسام المعدلات والملاحظات

رقم	الصغير	الكبير	الملاحظة
1	17,00	20,00	"ممتاز+ تهنئة"
2	15,00	16,99	"جيد جدا"
3	13,00	14,99	"جيد"
4	12,00	12,99	"حسن"
5	10,00	11,99	"متوسط"

المعدل

الشكل 6 : تغيير اسم الملاحظات دون المساس بالخوارزم

الجمعية الأهلية لإرشاد حاملي شهادة البكالوريا
العام الدراسي 2013 - 2014
اقسام المعدلات والملاحظات

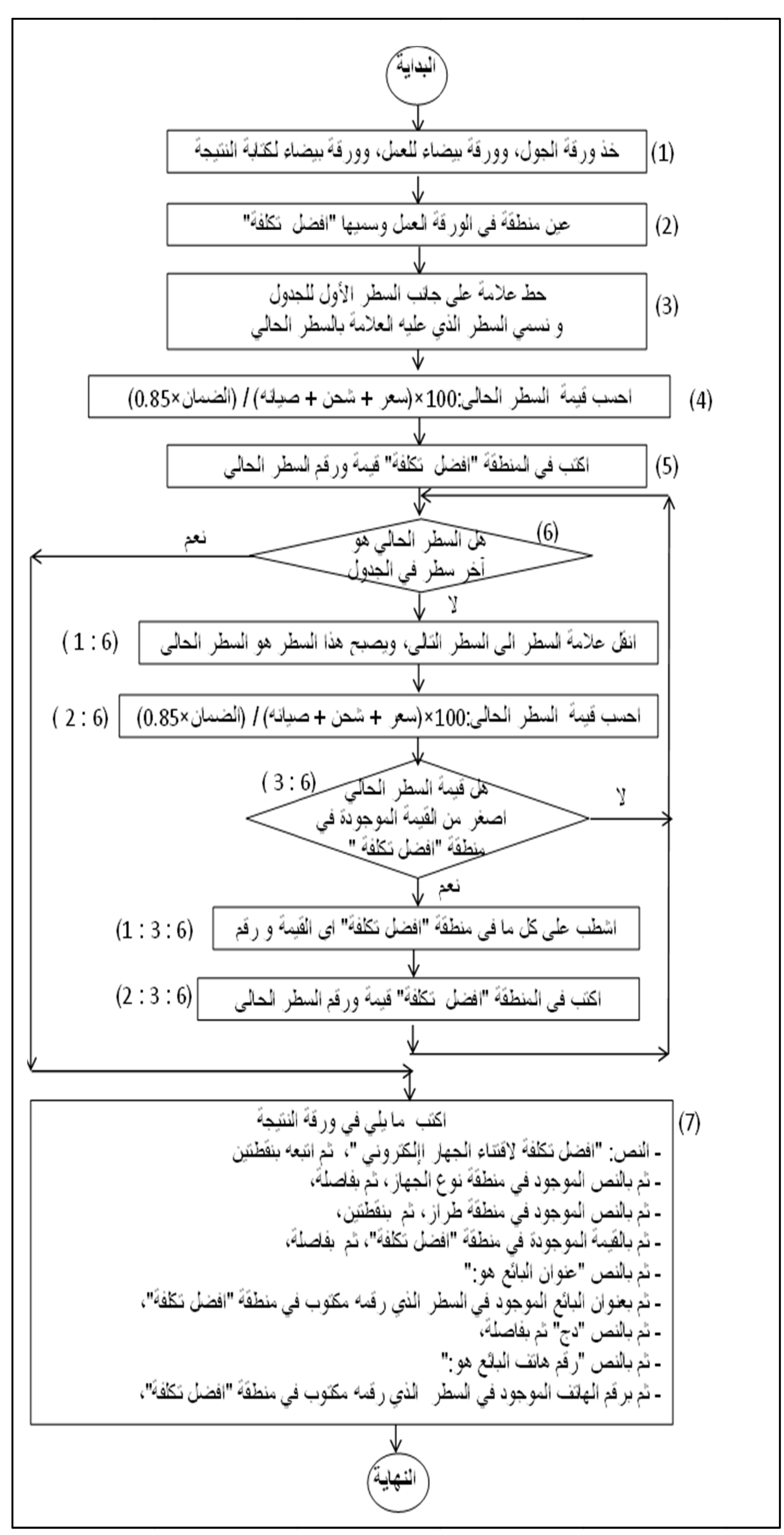
رقم	الصغير	الكبير	الملاحظة
1	18,50	20,00	"ممتاز + تهنئة"
2	17,00	18,44	"ممتاز"
3	14,00	16,99	" جيد جدا "
4	12,00	13,99	" جيد"
5	11,00	11,99	"حسن"
6	10,00	10,99	"متوسط"

المعدل

الشكل 7 : اضافة مجالات جديدة للنقاط وملاحظات جديدة دون المساس بالخوارزم

3 – 3 المثال الثالث: خوارزم "افضل تكلفة"

وضع هذا الخوارزم (الشكل 8) للبحث عن افضل تكلفة لشراء جهاز الكتروني ما، ويرتكز تنفيذ خوارزم "**افضل تكلفة** " على "**ورقة المعلومات الأولية**" التي فيها تنتظم المعلومات على الصفة الظاهرة في الشكل 9 و هي:



الشكل 8 :خارطة انسياب خوارزم "افضل تكلفة "

الجمعية الأهلية لإرشاد مستهلكي الأجهزة الإلكترونية
تكاليف شراء جهاز الكتروني

نوع الجهاز

الطراز

المواصفات:

السعر	الشحن	الضمان	الصيانة	عنوان البائع	الهاتف

الشكل 9 : نموذج لورقة المعلومات الأولية التي يعطيها المستفيد للمنفذ

- المعلومات العامة عن الجهاز: النوع، الطراز، و المواصفات.
- التكاليف المختلفة لاقتناء نفس الجهاز من مصادر مختلفة، وقد نظمت هذه المعلومات الخاصة بالتكاليف على شكل جدول ذو ستة اعمدة: السعر، تكاليف الشحن، عدد ايام مدة الضمان ، التكاليف المحتملة سنويا للصيانة واصلاح الاعطاب بعد مدة الضمان، عنوان المصدر (اي البائع)، و رقم هاتف المصدر.

للوصول الى هدفة، اي ايجاد افضل تكلفة، يقوم الخوارزم "**افضل تكلفة** " بتقييم كل سطر من اسطر الجدول، مستعملا العبارة التالية :

التكلفة =100 × (سعر + شحن + صيانه) / (الضمان×0.85)

3 – 3 –1 محيط الخوارزم :

يستعمل الخوارزم "**افضل تكلفة**" محيطا مكوّنا من ثلاث ورقات:

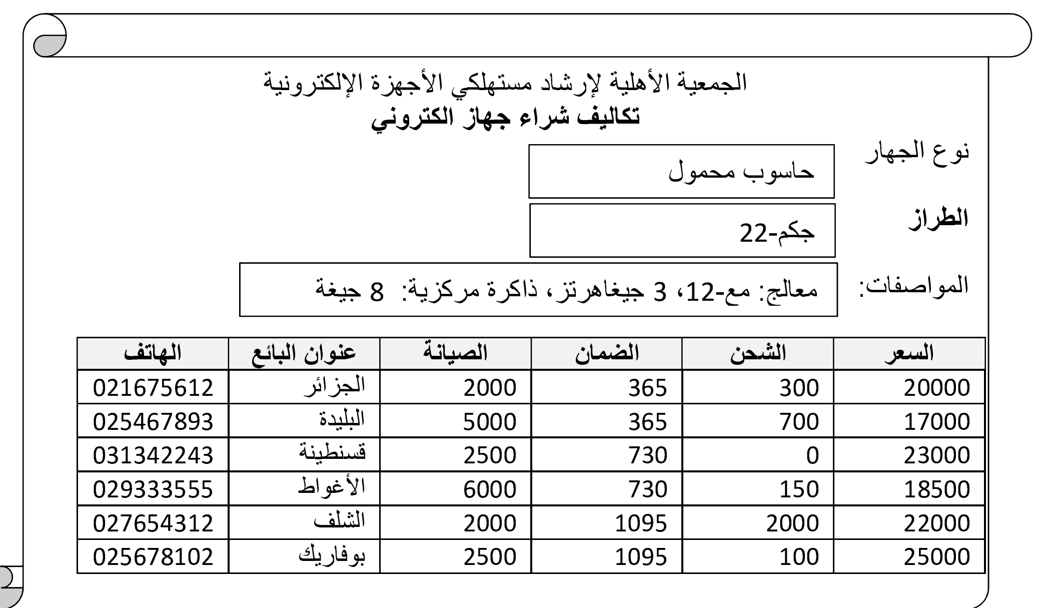
- **ورقة المعلومات الأولية** وهي التي ادرجت فيها المعلومات العامة والتكاليف، وهذه الورقة يوفرها المستفيد(او المستعمل)، وبدونها لا يمكن تنفيذ الخوارزم، وهذه الورقة تمثل المحيط عند بداية تنفيذ الخوارزم.
- **ورقة العمل** وهي ورقة خاصة بالمنفذ، يوفرها المنفذ لنفسه، وتضاف الى المحيط في الخطوات الأولى من تنفيذ الخوارزم، وفيها يكتب في اول الأمر قيمة السطر الأول من جدول "**ورقة المعلومات الأولية**"، اي ما تعطيه له العبارة التي تحسب التكلفة، وفي سياق تصفحه لكل سطر من أسطر جدول "**ورقة المعلومات الأولية**"، واحدا بعد الآخر، كلما وصل الى سطر يقوم بتقييمه حسب العبارة السابقة، فاذا تحصل على قيمة سطر اصغر من القيمة التي كتبت في "**ورقة العمل**"، تعوض قيمة "**ورقة العمل**" بالقيمة الأصغر.

- **ورقة النتيجة**، وهي الورقة التي تُكتب فيها النتيجة، اي افضل تكلفة، وتُرد للمستفيد، والنتيجة هي آخر قيمة كتبت على "**ورقة العمل**"، فتنقل في نهاية الخوارزم الى "**ورقة النتيجة**"، وهذه الورقة متاحة للمنفذ وللمستفيد، وتضاف الى المحيط بعد اتمام تنفيذ الخوارزم.

3 – 3 –2 المستفيد:

المستفيد من هذا الخوارزم هو اي انسان يريد توجيها جيدا، اوما يمكن ان نسميه خدمة، لشراء جهاز الكتروني انطلاقا من معلومات قد ادرجت في نسخة مطابقة لورقة الشكل 10، كتلك التي تظهر في الشكل 10، فمن اراد معرفة افضل تكلفة لاقتناء جهاز الكتروني، فعليه ان يطلب خدمة الخوارزم "افضل **تكلفة**"، وللحصول على هذه الخدمة يجب على المستفيد:

- توفير **ورقة المعلومات**.
- توفير **ورقة النتيجة**.



الجمعية الأهلية لإرشاد مستهلكي الأجهزة الإلكترونية
تكاليف شراء جهاز الكتروني

نوع الجهاز: حاسوب محمول
الطراز: جكم-22
المواصفات: معالج: مع-12، 3 جيغاهرتز، ذاكرة مركزية: 8 جيغة

السعر	الشحن	الضمان	الصيانة	عنوان البائع	الهاتف
20000	300	365	2000	الجزائر	021675612
17000	700	365	5000	البليدة	025467893
23000	0	730	2500	قسنطينة	031342243
18500	150	730	6000	الأغواط	029333555
22000	2000	1095	2000	الشلف	027654312
25000	100	1095	2500	بوفاريك	025678102

الشكل 10 : مثال حقيقي لورقة المعلومات الأولية التي اعطاها المستفيد للمنفذ في المرة الاولى

3 – 3–3 سلوك الخوارزم:

يتحصل الخوارزم اولا على "**ورقة المعلومات الأولية**" ويهيأ الورقات الأخرى، ثم ينطلق الخوارزم من السطر الأول للجدول الموجود في على "**ورقة المعلومات الأولية**" ، فيقيمه ثم يحتفظ بالقيمة في "**ورقة العمل**"، ثم يبدأ بزيارة كل الأسطر الباقية، واحدا تلو الآخر، وكلما زار الخوارزم سطرا، قام بتقييمه، فاذا تحصل على قيمة اقل من قيمة "**ورقة العمل**"، يمحو المنفذ قيمة "**ورقة العمل**" و يعوضها بآخر قيمة حسبها، وهي اصغر قيمة تحصل عليها وهو يزور اسطر الجدول، وينته الخوارزم عندما ينته من زيارة كل الأسطر، وقبل ان ينهي تنفيذ الخوارزم، يقوم المنفذ بنقل قيمة "**ورقة العمل**" الى "**ورقة النتيجة**" وهي طبعا أصغر قيمة تحصل عليها منفذ الخوارزم.

3 - 3 -4 مرونة الخوارزم

مرونة هذا الخوارزم تكمن في قدرته على ايجاد افضل تكلفة لمختلف الأجهزة الإلكترونية ويمكنه التعاطي مع عدد غير محدد مسبقا من الباعة، فمثلا، مع معطيات الشكل 10، يتوصل الى نتيجة الشكل 11، و مع معطيات الشكل 12، يتوصل الى نتيجة الشكل 13، و مع معطيات الشكل 14، يتوصل الى نتيجة الشكل 15.

ملاحظة هامة جدا: لهذا الخوارزم خاصية لم نجدها في الخوارزميات السابقة، ففي خارطة الإنسياب (الشكل 8) نرى **انطلاق سهم من تعليمة الى تعليمة سبق تنفيذها**، كالسهم المنطلق من التعليمة 6: 3: نحو التعليمة 6: والسهم المنطلق من التعليمة 6 : 3 : 2 : نحو التعليمة 6:، وبهذه الخاصية، تنشأ في الخوارزم **تركيبة ذات شكل دائري**، او **حلقة**، يبق التنفيذ منحصرا فيها حتى يخرج شرط ما عن صحته، وفي حال هذا الخوارزم، حتى يصبح تساؤل التعليمة 6 غير صحيح.

ونلاحظ ان التركيبة الدائرية لا تستعمل شكلا خاصا بها كالتعليمات الشرطية، بل ادراجها في الخوارزم يرتكز على استعمال شكلين اساسيين هما:

- الشكل المرتبط بالتعليمة الشرطية المنطقية، اي المعين.
- السهم الذي يرجع الى شكل التعليمة الشرطية المنطقية.

افضل تكلفة لاقتناء الجهار الإلكتروني: حاسوب محمول، جكم-22: 2793.45دج، عنوان البائع هو: الشلف، رقم هاتف البائع هو: 027654312

الشكل 11 : حالة ورقة النتيجة اثر تنفيذ الخوارزم افضل تكلفة مستعملا الشكل 10 من ورقة المعلومات الأولية

الجمعية الأهلية لإرشاد مستهلكي الأجهزة الإلكترونية
تكاليف شراء جهاز الكتروني

نوع الجهار: طابعة ليزر

الطراز: طال-167

المواصفات: حجم ل4، 15 اوراق في الدقيقة

السعر	الشحن	الضمان	الصيانة	عنوان البائع	الهاتف
12000	100	365	1200	الجزائر	021675612
9000	100	365	900	البليدة	025467893
10000	200	730	2000	البويرة	026342243

الشكل 12 : مثال حقيقي لورقة المعلومات الأولية التي اعطاها المستفيد للمنفذ في المرة الثانية

افضل تكلفة لاقتناء الجهاز الإلكتروني: طابعة ليزر طال-167: 1966.16دج، عنوان البائع هو: البويرة رقم هاتف البائع هو: 026342243

الشكل 13 : حالة ورقة النتيجة اثر تنفيذ الخوارزم افضل تكلفة مستعملا الشكل 12 من ورقة المعلومات الأولية

الجمعية الأهلية لإرشاد مستهلكي الأجهزة الإلكترونية

تكاليف شراء جهاز الكتروني

نوع الجهاز: تلفزيون ثلاثي الأبعاد

الطراز: تلثب-2-15

المواصفات: صحيح نسبة الارتفاع 16:09، مستشعرات ذكية

السعر	الشحن	الضمان	الصيانة	عنوان البائع	الهاتف
41000,00	5000,00	365,00	4000,00	الجزائر	021675612
43000,00	4000,00	365,00	2000,00	البليدة	025467893
42000,00	5000,00	365,00	2500,00	قسنطينة	031342243
44000,00	0,00	365,00	1000,00	الأغواط	029333555
35000,00	2000,00	700,00	6000,00	تيزي وزو	026675612
47000,00	1000,00	700,00	2500,00	بوفاريك	025678102
40000,00	0,00	365,00	0,00	البويرة	026675612
37000,00	1000,00	365,00	0,00	سطيف	036467893

الشكل 14 : مثال حقيقي لورقة المعلومات الأولية التي اعطاها المستفيد للمنفذ في المرة الثالثة

افضل تكلفة لاقتناء الجهاز الإلكتروني: تلفزيون ثلاثي الأبعاد، تلثب-2-15: 7226,89دج، عنوان البائع هو: تيزي وزو رقم هاتف البائع هو: 026675612

الشكل 15 : حالة ورقة النتيجة اثر تنفيذ الخوارزم افضل تكلفة مستعملا الشكل 14 من ورقة المعلومات الأولية

الفصل الثالث:

مدخل الى خوارزميات الحاسوب

الفصل الثالث : مدخل الى خوارزميات الحاسوب

1 - مقدمة

في الأمثلة التي اوردناها في الفصل الثاني، كان المنفذ هو اي انسان يفهم ما ورد من كتابات داخل مستطيلات ومعينات خارطة الانسياب، ويعرف كيف ينجزها، فالإنسان مزود بمعرفة وخبرة يمكنانه من تنفيذ التعليمات كما ينبغي.

لم يولد الإنسان وهو مكتسب لهذه القدرات والمهارات، فقد مر عبر سنوات عديدة وطويلة، بمراحل تعلم فيها وتراكمت عنده فيها المعرفة، فبدأ بتعلم العمليات الحسابية البدائية كعملية الجمع والطرح، ثم، بالارتكاز على معرفة هاتين العمليتين، تعلم طريقة (او خوارزم) انجاز عمليتي الضرب والقسمة، فاكتسب معرفة اضافية مكنته بعد ذلك من انجاز عمليات معقدة، وطريقة (او خوارزم) انجاز هذه العمليات المعقدة مبنية على الطرق (او الخوارزميات) السابقة.

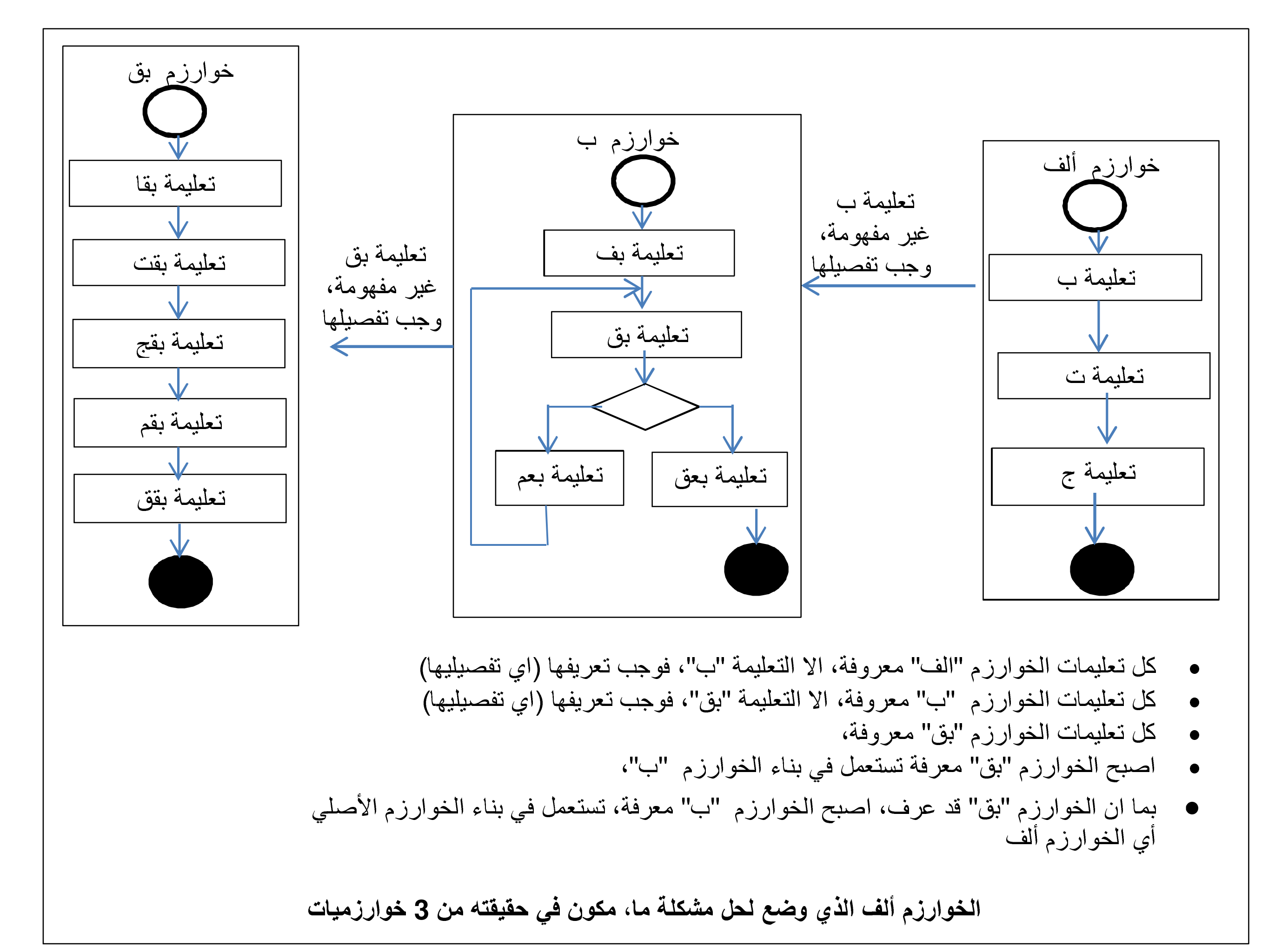
السؤال الذي نطرحه بعد هذه الملاحظات هو: هل يمكن للحاسوب ان ينفذ هكذا خوارزميات؟ والجواب هو نعم، بشرط ان يزود الحاسوب بالمعرفة اللازمة التي تجعله قادرا على فهم وتنفيذ التعليمات التي وردت في هذه الخوارزميات.

بالنسبة لخوارزم **"ملاحظة معدل الباكالوريا"** وخوارزم **"افضل تكلفة"**، كل التعليمات يمكن للحاسوب انجازها، مع ملاحظة طفيفة وهامة جدا هي ان الحاسوب يستعمل **ذاكرته** بدل الأوراق، والمستعمل، و هو الإنسان في حالنا يُوَصل للحاسوب المعلومات المطلوبة باستعمال **لوحة المفاتيح** (او ما نسميه ايضا **بلوحة الحروف**)والحاسوب يُوَصل المعلومات للإنسان عبر **الشاشة** او **الطابعة**.

اما فيما يخص خوارزم **"تهيئة السيارة للإقلاع"**، فالتعليمات كما وردت لا يعرفها الحاسوب، وبما ان مثل هذا الخوارزم يمكن للحاسوب تنفيذه، فما هو السبيل لجعل الحاسوب قادرا على تنفيذه؟ هذه الحالة شبيهة جدا بالحالة التي نطلب فيها من أي انسان لا يعلم الكثير عن شؤون السيارات ان ينفذ هذا الخوارزم، فاذا اردناه من عديم خبرة في السيارات ان ينفذ التعليمة **"راقب مستوى زيت المحرك"**، علينا اولا ان نعلمه اين يقع المحرك، واين يقع مقياس الزيت، وكيف يستعمل المقياس، وكيف يقرأ مستوى الزيت، وباختصار علينا تعليمه طريقة مراقبة الزيت، وطريقة مراقبة الزيت هي بحد ذاتها خوارزم، وما قمنا به هنا مع من لا يعرف الكثير عن محركات السيارات، هو تفصيل التعليمة **"راقب مستوى زيت المحرك"** الى خوارزم مكون من تعليمات ادق واقرب للفهم.

مع الحاسوب، نتبع نفس الطريقة، نفصل كل تعليمة كبيرة ومعقدة لا يفهمها الحاسوب مباشرة الى خوارزم مكون من تعليمات اصغر واقل تعقيدا، وهكذا عندما نريد وضع خوارزم ما للتعامل مع إشكال معقد، ولجعل عملية وضع الخوارزم عملية سهلة، ومنظمة ومتحكم فيها، غالبا ما نستعمل في اللحظات الأولى لوضع الخوارزم **"تعليمات عامة"** لا يفهما الحاسوب مباشرة وتعليمات دقيقة يفهمها الحاسوب(الشكل 1)، وتمُثل **التعليمات العامة المراحل الكبرى التي يمر بها الخوارزم**، وهكذا يمكن ان يكون الخوارزم مكونا من تعليمات يفهمها الحاسوب، ومن تعليمات أخرى عامة لا يفهمها الحاسوب، واذا

اردنا من الحاسوب فهم التعليمات العامة علينا تفصيلها، أي وضع الخوارزم الذي يناسبها، ونعاود عملية التفصيل حتى تصبح كل التعليمات العامة مفصلة ومفهومة من قبل الحاسوب، وتصبح بعد ذلك الخوارزميات الممثلة للتعليمات العامة بمثابة معرفة قاعدية اضافية، تساهم في بناء معرفة اكبر واعقد للحاسوب.



الشكل 1 المنهجية العامة لإنجاز خوارزميات الحاسوب

2 - المفاهيم الأولى في وصف خوارزميات الحاسوب:

لاحظنا في الفقرة السابقة امرا قلنا انه طفيف ولكنه مهم جدا في عالم الخوارزميات الموجهة **للحاسوب**، وهو ان الحاسوب لا يستعمل الورق اثناء تنفيذ خوارزم ما، بل يستعمل **ذاكرته**، التي فيها تكتب المعطيات لتوصيلها للخوارزم بدل الورقة.

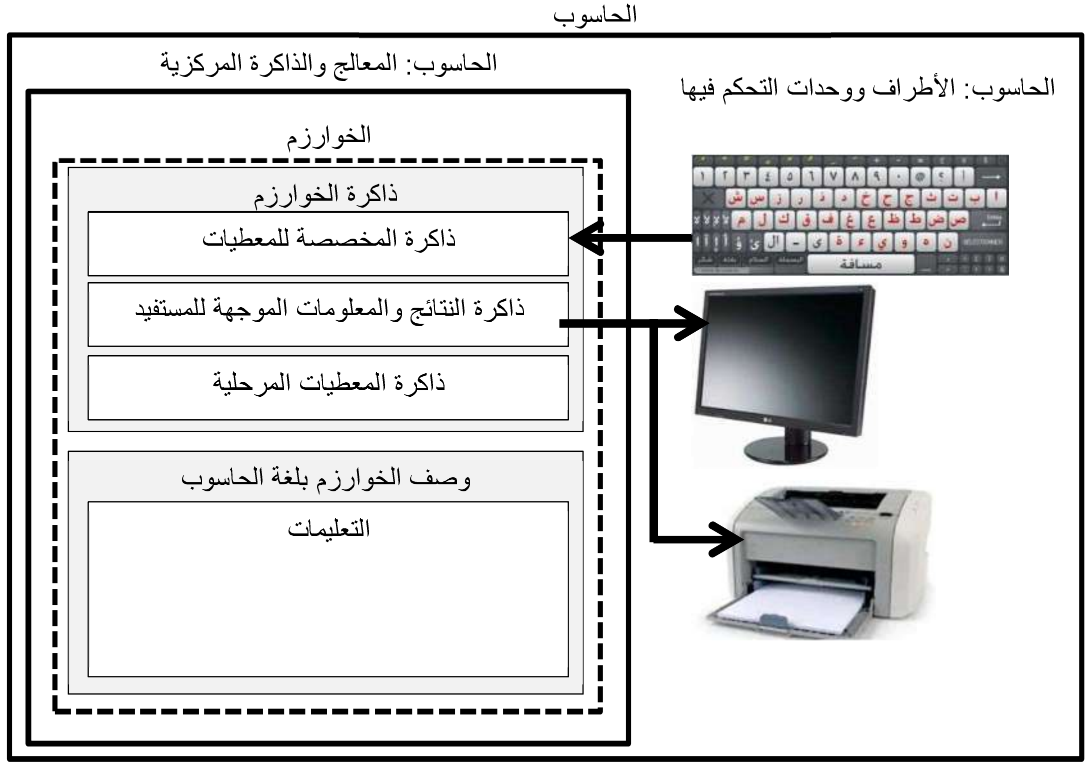
ذاكرة الحاسوب هي التي يضع فيها الخوارزم ما يتوصل اليه من نتائج مرحلية يستعملها في المراحل التالية، وهي ايضا المكان الذي يضع فيه الخوارزم ما توصل اليه من نتائج، واذا تفاعل الخوارزم قيد التنفيذ مع الإنسان، يستعمل هذا الأخير لوحة المفاتيح لإيصال المعلومات الى الذاكرة التي يستعملها

الخوارزم لتلقي المعلومات من المستفيد (اي الإنسان)، وعندما يضع الخوارزم المعلومات في الذاكرة المخصصة للمعلومات الموجهة للمستفيد، يقوم الحاسوب بإخراجها على الشاشة او الطابعة (الشكل 2)،

وهكذا نرى جليا ان اي خوارزم له مكونان اساسيان هما:

- الذاكرة التي توضع فيها مختلف المعلومات التي يحتاجها او ينتجها الخوارزم.
- التعليمات التي تقوم بعمليات مختلفة على المعلومات الحاضرة في الذاكرة.

وهذه الهيكلة موجودة حتى مع الخوارزم الذي ينفذه الإنسان، فخارطة الانسياب التي تعتبر لغة من لغات البشر تمثل وصف الخوارزم ، والأوراق التي استعملت لتحتوي على مختلف المعلومات تمثل ذاكرة الخوارزم.



الشكل 2 مكونات الخوارزم وهو داخل الحاسوب اثناء التنفيذ

3 - كيفية التعامل مع الذاكرة في وصف الخوارزميات و مفهوم المتغيرات:

لكي يتمكن الخوارزم من التعاطي مع مختلف المعلومات (تلك التي يحتاجها، والتي ينتجها لنفسه والتي ينتجها وتكون هي نتاج تنفيذه)، **يحدد لكل معلومة ذاكرة خاصة بها**، هي جزء من الذاكرة العامة للخوارزم، وتكون المعلومة ممثلة بقيمة ما تحتويها الذاكرة الخاصة، فمثلا اذا كانت ذاكرة مخصصة لتحتوي معلومة حول عدد الطلبة في القسم، واذا كانت المعلومة الممثلة هي عشرون طالبا، فأن القيمة المخزنة في الذاكرة هي 20.

3 – 1 المتغيرات

في عالم الخوارزميات، تسمى هذه الذاكرات الخاصة الموجهة لتخزين معلومات محددة **بالمتغيرات**، وسميت هكذا لقدرة تعليمات الخوارزم على تغيير محتواها، فمثلا اذا كانت المعلومة تفيد في

مرحلة ما ان عدد الطلبة هو 20 طالبا، ففي مرحلة لاحقة، يمكن ان تغير تعليمة ما هذه المتغيرة لتفيد بعد ذلك ان عدد الطلبة قد اصبح 25.

3 – 2 اسماء المتغيرات و قواعد كتابتها

حتى يتمكن الخوارزم من التفريق بين هذه الذاكرات الخاصة، اي **المتغيرات**، يحدد كاتب الخوارزم **اسما خاصا لكل متغيرة**، ولا يمكن استعمال اسما واحدا لتعريف متغيرتين او اكثر، ويجب ان يكون الاسم مكونا من سلسلة غير منقطعة من الأحرف، لا يوجد اي فراغ بينها، فعلى سبيل المثال، من بين المتغيرات التي يستعملها خوارزم "**ملاحظة معدل الباكلوريا**"، نجد متغيرة هدفها احتواء المعدل الذي يعطى للخوارزم، وبصفة طبيعية، يمكننا ان نطلق على هذه المتغيرة اسم "**المعدل**" او اسم "**معدلباكلوريا**"، ونلاحظ ان العبارة "**معدل باكلوريا**" لا يمكن استعمالها كاسم لمتغيرة بسبب وجود فراغ بين الكلمتين "**معدل**" و "**باكلوريا**".

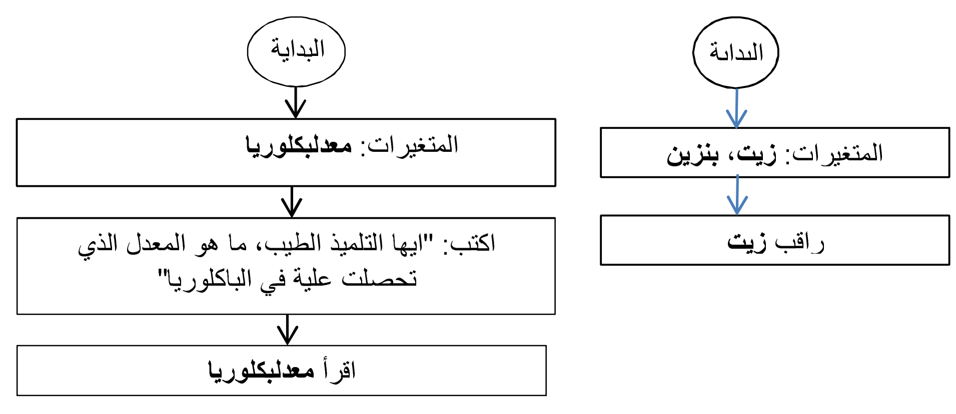
3 – 3 القيم الثابتة

اضافة الى المتغيرات، يتعاطى الخوارزم مع القيم الثابتة، التي لا يمكن تغييرها، ومن بين هذه اقيم الثابتة **الأعداد الطبيعية، والأعداد الصحيحة**، و**الأعداد الحقيقية والقيم المنطقية (صحيح، خطأ)**، و**الأحرف**، و**الحروف المتسلسلة**، فمثلا تعتبر القيمة الطبيعية 5 قيمة ثابتة، كما يعتبر الاسم "**محمد**" سلسلة ثابتة من الحروف، والجملة "**اهلا وسهلا بكم**" قيمة ثابتة ايضا وهي سلسلة ثابتة من الحروف.

3 – 4 التصريح بالمتغيرات

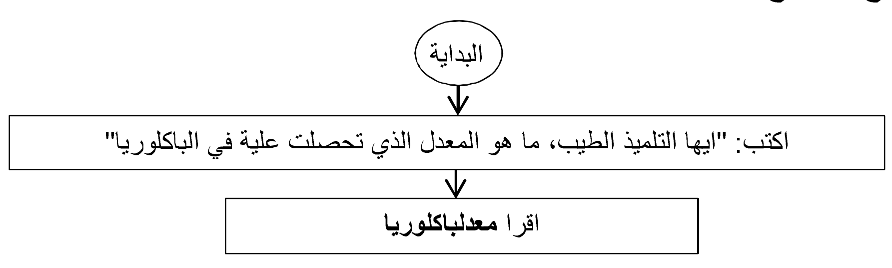
يحدد الخوارزم المتغيرات التي تحتضن المعلومات التي يتعاطى معها، بكتابة خاصة تسمى **التصريح بالمتغيرات**، وفي عالم الخوارزميات توجد طريقتين شائعتين للتصريح بمتغيرة ما :

التصريح الواضح: في هذه الطريقة، تُستعمل كلمات خاصة، ككلمة "**المتغيرات**" او كلمة "**تصريح**"، او غيرهما، متبوعة بأسماء المتغيرات، ولا يمكن للخوارزم ان يتعاطى مع متغيرة ما الا بعد التصريح بها، فمثلا، في (الشكل 3) استعملت كلمة "**المتغيرات**" للتصريح بالمتغيرتين "**زيت**" و "**بنزين**" في بداية الخوارزم "**تهيئة السيارة للإقلاع**" و كذلك للتصريح بالمتغيرة "**معدلبكلوريا**" في بداية الخوارزم "**ملاحظة معدل الباكالوريا**".



الشكل 3 التصريح الواضح بالمتغيرات في بداية الخوارزم

التصريح الضمني: في هذه الطريقة، يكون اول استعمال لاسم ما في عملية تتعاطي مع متغيرة، بمثابة تصريح بالمتغيرة، فعلى سبيل المثال (الشكل 4)، التعليمة اقرا **معدلبكلوريا** تعتبر ايضا تصريحا بالمتغيرة **معدلبكلوريا**، وفيما يلي من امثلة، سوف نستعمل لفترة وجيزة التصريح الضمني اضافة للتصريح الواضح.



الشكل 4 التصريح ضمني يكون في اول استعمال للمتغيرة

الرمز	اسم العملية
=	تخزين قيمة في متغيرة، ما في المعامل الأيسر يشحن في المعامل الأيمن
==	المقارنة بالمساواة في القيمة، هل قيمة المعامل الأيمن تساوي قيمة المعامل الأيسر
=!	الاختلاف في القيمة، هل قيمة المعامل الأيمن لا تساوي قيمة المعامل الأيسر
>	هل قيمة المعامل الأيمن اصغر من قيمة المعامل الأيسر
>=	هل قيمة المعامل الأيمن اصغر او تساوي قيمة المعامل الأيسر
<	هل قيمة المعامل الأيمن اكبر من قيمة المعامل الأيسر
=<	هل قيمة المعامل الأيمن اكبر او تساوي قيمة المعامل الأيسر
+	جمع قيمتين، اضافة قيمة المعامل الأيسر الى المعامل الأيمن،
-	**طرح** قيمة المعامل الأيسر من قيمة المعامل الأيمن
*	**ضرب قيمتين**، قيمة المعامل الأيمن بقيمة المعامل الأيسر
/	**قسمة قيمتين**، قيمة المعامل الأيمن بقيمة المعامل الأيسر
%	**بقية قسمة قيمتين**، قيمة المعامل الأيمن بقيمة المعامل الأيسر

جدول 1 : العمليات الشائعة الاستعمال في كتابة الخوارزميات

4 - الأدوات اللغوية الأساسية المستعملة في وصف الخوارزميات

تمكن هذه الأدوات من كتابة تعليمات الخوارزم، فمن ابرز هذه الأدوات:

- تعليمات تقوم بعمليات حسابية ومنطقية.
- تعليمات التفاعل مع المستفيد.

4 – 1 العمليات الحسابية الاساسية

لكتابة بعض التعليمات نستعمل رموزا تمثل العمليات الأكثر استعمالا في عالم الخوارزميات، والملخصة في الجدول 1، واغلب العمليات لها معاملين: **المعامل الأيمن** و **المعامل الأيسر**، ونشرح فقط بعض منها، لكون نفس الشرح والأمثلة تنطبق على باقي العمليات.

4 – 1 -1 عملية تخزين قيمة في متغيرة و رمزها =

تقوم هذه العملية بشحن متغيرة بقيمة ما، (او تخزين ، او وضع، او حفظ، قيمة ما في متغيرة ما)، فالكتابة "**ألف=5**"، معناها: ضع في المتغيرة المسماة "**ألف**" القيمة 5، (اشحن "**ألف**" بالقيمة 5، خزن في "**ألف**" بالقيمة 5)، والكتابة "**باء=الف**" معناها : اشحن المتغيرة **باء** بما في المتغيرة **الف**.

هام جدا: العملية **=** تحدث تغييرا في المتغيرة الموجودة في جانبها الأيمن، فمثلا بعد انجاز العملية "**ألف=5**"، تمحى القيمة السابقة التي كانت في المتغيرة "**ألف**" و تحل محلها القيمة **5**.

تنبيهات هامة جدا
-لا يمكن وضع قيمة ثابتة على الجانب الأيمن لعملية الشحن("**=**") لاستحالة تغيير قيمة ثابتة، فالكتابة **2= 16** كتابة خاطئة لا معنى لها.
-العملية **=** مختلفة تماما عن عملية المقارنة التي لها رمز خاص بها.
- في بعض لغات الخوارزميات ولغات البرمجة، يستعمل الرمز ":=" بدلا من الرمز "=" الذي يستعمل للمقارنة بالتساوي

4 – 1 -2 عملية المقارنة بالمساواة و رمزها "=="

هذه العملية تقوم بمقارنة بين متغيرتين او بين متغيرة وقيمة ثابتة

فالكتابة "**الف == 10**" معناها: هل ما تحتويه المتغيرة "**الف**" يساوي القيمة **10**.

والكتابة "**الف==باء**" معناها: هل محتوى المتغيرة "**الف**" يساوي محتوى المتغيرة "**باء**"،

نتيجة هذه العملية هي قيمة منطقية، أي قيمة من مجموعة مكونة من قيمتين هما (**صحيح، خطأ**) او (**نعم، لا**)

هام جدا: العملية **==** لا تحدث أي تغيير في محتوى المعاملين.

- عملية الجمع و رمزها "+"

للرمز "+" دور خاص تحدده المتغيرات والقيم الثابتة التي تكتب معه.

اذا كان المعاملين (متغيرة او قيمة ثابتة) يمثلان أعدادا (**طبيعية او صحيحة او حقيقية** الخ) فالرمز يمثل **عملية الجمع** بين عددين.

اما اذا كان احد المعاملين متغيرة او قيمة ثابتة من نوع **سلسلة الحروف**، يصبع الرمز ممثلا لعملية لصق الحروف المتسلسلة، فمثلا العملية -"**السلام**" + " **عليكم**" **-** تنتج القيمة "**السلام عليكم**"

وتنتج العملية **+** قيمة يجب في الغالب حفظها في متغيرة ما، فعلى سبيل المثال :

- إذا كانت المتغيرة **ق** محتوية على القيمة 7 فالكتابة "**ق + 8**" تنتج القيمة 15، وللحفاظ على هذه النتيجة للاستعمال فيما بعد، نكتب مثلا "**ع = ق + 8**"، وبهذه الكتابة نقوم بتخزين نتيجة العملية "ق+8" ، أي 15. في المتغيرة "ع".

- إذا كانت المتغيرة "**س**" محتوية على القيمة" **السلام**" فالكتابة -"**وعليكم**" + **س -** تنتج القيمة "**وعليكم السلام**"، وللحفاظ على هذه النتيجة للاستعمال فيما بعد، نكتب مثلا: -**ردسلام = "و عليكم" + س -،** وبهذه الكتابة نقوم بتخزين نتيجة العملية **-"وعليكم"+س -،** أي "**وعليكم السلام**" في المتغيرة "**ردسلام**".

هام جدا: عملية الجمع لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها.

عملية البقية من القسمة و رمزها "%"

تعليمة **بقية القسمة،** لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها وتنتج قيمة يجب شحنها في متغيرة ما، فمثلا، إذا كانت المتغيرة **عين** مشحونة بالقيمة **27** والمتغيرة **سين** مشحونة بالقيمة 5، فالكتابة "**عين % سين**" تنتج القيمة **2**، وللحفاظ على مثل هذه القيمة نستعمل عملية الشحن، فنكتب مثلا : "**باء = عين % سين**" ، وبهذه الكتابة قمنا بشحن المتغيرة "**باء**" بالقيمة **2.**

4 – 2 تعليمات التفاعل مع المستفيد البشري

زيادة على المتغيرات والعمليات الشائعة، نستعمل التعليمتين **اكتب** و**اقرأ**، اللتان تمكنان خوارزم ما من التفاعل مع محيطه الخارجي، المتمثل في غالب الأحيان بالمستفيد البشري، وذلك عبر لوحة الحروف (تعليمة **اقرأ**) والشاشة (تعليمة **اكتب**)

التعليمة اكتب: تقوم بإرسال ما يوصف لها من متغيرات وقيم ثابتة الى الشاشة، ولشرح ما يحث على الشاشة نمثل هذه الاخيرة، أي الشاشة، على شكل مستطيل اسود(الشكل 5) تظهر فيه الرسائل (او الكتابات او الافادات) التي ترسلها التعليمة **اكتب.**

مثال توضيحي: التعليمة اكتب:

- على الشكل: **اكتب "كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟** "

- أو باستعمال القوسين: **اكتب("كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟ ")**

تخرج على الشاشة القيمة الثابتة المتمثلة في الجملة (الشكل 5)

كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟

كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟

الشكل 5 : حالة الشاشة بعد تنفيذ اكتب: ("كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟ ")

واذا كانت **"س"** و **"ع"** متغيرتين، تحتوي الأولى على القيمة 10 والثانية على القيمة 30، فالكتابة**:**

اكتب ("على الساعة " + س + " كان عدد التلاميذ في القسم هو " + ع)

تخرج على الشاشة الجملة (الشكل 6): **على الساعة 10 كان عدد التلاميذ في القسم هو 30**

و نلاحظ هنا ان الرمز + اُستعمل هنا لإلصاق سلاسل من الحروف لكون احد المعاملين سلسلة من الحروف.



الشكل 6 حالة الشاشة بعد تنفيذ اكتب: "على الساعة " + س + " كان عدد التلاميذ في القسم هو " + ع

تنبيه هام : للتفريق بين المتغيرات من النوع سلسلة الحروف و المفردات التي تكتب بها بعض التعليمات او تستعمل كأسماء للمتغيرات، نستعمل **حرفي الاقتباس** فنضع السلسلة بينهما. فكل ما يوجد بين حرفي الاقتباس ثابتة من النوع **سلسلة الحروف**.

التعليمة اقرأ:

تُكتب التعليمة متبوعة باسم متغيرة او اكثر، و يمكن وضع المتغيرات بين قوسين، فمثلا اذا كانت **سين** و **عين** و **كاف** ثلاث متغيرات، فيمكن كتابة ما يلي:

اقرأ سين
اقرا سين، عين، كاف
اقرأ (سين)
اقرا(عين)
اقرا(سين، عين، كاف)
اقرأ(عين، كاف)

سلوك التعليمة اقرأ:

عند الشروع في تنفيذ التعليمة "**اقرأ**"، يتوقف تنفيذ الخوارزم ويدخل الخوارزم في حالة ترقب وانتظار لما يفعله المستعمل، فإذا كانت التعليمة **اقرأ** تحتوي على متغيرة واحدة، وإذا كتب المستعمل قيمة ما على لوحة الحروف، تقوم هذه التعليمة بالتقاط القيمة ووضعها في المتغيرة التي وصفت لها، ولا ينته تنفيذ تعليمة **اقرأ** الا بعد ان تكتب قيمة ما على لوحة الحروف متبوعة بالحرف "**ادخل**" (الشكل 7)، ففي حالة ما اذا لم تدخل اي قيمة متبوعة بالضغط على الحرف "**ادخل**"، يبق الخوارزم متوقفا في انتظار ادخال قيمة بواسطة لوحة الحروف.



الشكل 7 : لوحة الحروف

إذا كانت التعليمة "**اقرأ**" تحتوي على اكثر من متغيرة واحدة، فلا ينته تنفيذ تعليمة **اقرأ** الا بعد ان يدخل المستعمل قيم كل المتغيرات، وهنا يمكن ان يدخل كل القيم على سطر واحد، والسطر ينته دائما بالحرف **ادخل** (الشكل 7)، كما يمكن له ان يدخل بعض القيم على سطر ثم البعض على سطر ثان ثم البعض على سطر ثالث الخ حتى ينته من ادخال كل القيم.

5 - أمثلة توضيحية حول تفاعل الخوارزم مع الإنسان

تهدف هذه الامثلة الى ابراز كيفية استعمال تعليمات التفاعل مع المستعمل للحصول على معلومات من المستعمل، ثم كيفية معالجتها عبر تعليمات مبنية على العمليات الأساسية، ثم في النهاية اظهار النتائج، و لتبيان مصدر كل كتابة، اي هل مصدرها الخوارزم نتيجة لعملية "**اكتب**" ام مصدرها المستعمل نتيجة تنفيذ تعليمة "**اقرأ**"، نستعمل في الأشكال الممثلة للشاشة لونين:

- الكتابات باللون الأبيض مصدرها الخوارزم , هي نتيجة تنفيذ التعليمة "**اكتب**".
- الكتابات باللون الأخضر مصدرها المستعمل، هي نتيجة تنفيذ التعليمة "**اقرأ**".

و لشرح خرائط الانسياب، نتبع الطريقة العامة التالية:

- اولا نقدم بإيجاز **هدف الخوارزم.**

- ثانيا نشرح **السلوك النظري للخوارزم**، وهو السلوك الغير مرتبط بمحيط حقيقي بعينه، و بشكل ادق، قيم المعلومات التي يحتاجها الخوارزم للعمل تكون غير محددة، ولا يُلتفت اليها في الشرح.

- ثالثا نشرح **سلوكا فعليا (او عمليا) او اكثر**، و السلوك الفعلي للخوارزم يكون عند الاستغلال الحقيقي له، وفي هذه الحالة تكون قيمة بعض المعلومات محددة.

5 – 1 المثال الأول: خوارزم جمع عددين

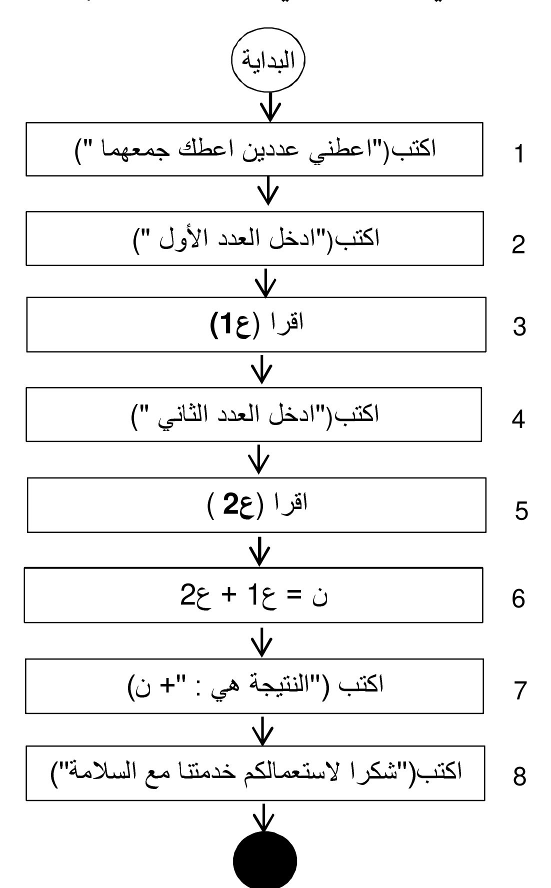
5 – 1 -1 هدف الخوارزم:

يهدف الخوارزم الى جمع عددين يوفرهما له المستعمل.

5 – 1 -2 السلوك النظري:

في بداية تنفيذه، و بفضل تعليمة **"اكتب"** يرسل الخوارزم الى الشاشة الكتابة **"اعطني عددين اعطك جمعهما"** (التعليمة 1 من الشكل 8) ثم مباشرة بعدها يرسل الكتابة **"ادخل العدد الأول"**(التعليمة 2 من الشكل 8) ، وبعدها يتحول الخوارزم من حالة مرسل للبيانات الى حالة متلقي للمعلومات وهذا بعد ان يشرع في تنفيذ التعليمة **"اقرأ"** (التعليمة 3 من الشكل 8).

عندما يشرع في تنفيذ التعليمة **"اقرأ (ع1)"**، يتوقف الخوارزم و يدخل في حالة ينتظر فيها رد المستعمل، ويبق الخوارزم في حالة انتظار وترقب حتى يُدخل المستعمل ما يُطلب منه، اي عددا ما ، ومباشرة بعد ادخال العدد يخرج الخوارزم من حالة الانتظار ، لتواصل التعليمة اقرأ تنفيذها، فتلتقط القيمة التي ادخلها المستعمل وتُخزنها في المتغيرة التي وُصفت لها، اي المتغيرة **"ع1"**.



الشكل 8 : المثال الأول لكيفية استعمال تعليمات التفاعل مع المستعمل

بعد اتمام تنفيذ التعليمة 3، اي **"اقرأ ع1"**، وقبل بداية التعليمة 4، تكون المتغيرة **"ع1"** قد شُحنت بالقيمة التي ادخلها المستعمل، ثم يُشرع في تنفيذ التعليمة 4التي تُرسل على الشاشة الكتابة **"ادخل العدد الثاني"** بفضل التعليمة **اكتب**، وبعدها مباشرة يدخل الخوارزم في حالة انتظار وترقب لما يكتبه المستعمل

ردا على ما طلبه الخوارزم منه، ولن يخرج الخوارزم من حالة الانتظار الا بعد رد المستعمل، وبمجرد انتهاء كتابة الرد، تلتقط التعليمة **"اقرأ"**(التعليمة 5) القيمة التي كتبها المستعمل لتخزنها في المتغيرة **"ع2"**.

بعد جمع قيمة المتغيرة **"ع1"** و قيمة المتغيرة **"ع2"**، توضع النتيجة في المتغيرة **"ن"** (التعليمة 6)، وبعد الانتهاء من عملية الجمع وحفظ النتيجة في المتغيرة **"ن"**، يدخل الخوارزم في آخر حالة تفاعل مع المستعمل، فيرسل له كتابتين: في الكتابة الأولى يخبر الخوارزم المستعمل عن النتيجة التي توصل اليها، وهي القيمة التي وضعت في المتغيرة **"ن"**، و في الكتابة الثانية يودع الخوارزم المستعمل، و بهذا ينته تنفيذ الخوارزم.

ملاحظة: في هذا الخوارزم المتغيرة **"ع1"** ، **"ع2"** و **"ن"** قد صرح بها ضمنيا

5 – 1 – 3 السلوك الفعلي الأول:

في هذا السلوك الذي نرى آثاره على الشاشة (الشكل 9)

- يدخل المستعمل القيمة 12 ردا على التعليمة **"اقرأ ع1"**، فتصبح 12 هي القيمة المخزنة في المتغيرة **"ع1"** بعد اتمام تنفيذ التعليمة **"اقرأ ع1"**.
- وردا على الطلب **"ادخل العدد الثاني"** يدخل المستعمل العدد 16 في سياق تنفيذ التعليمة **"اقرأ ع2"**، وكنتيجة لإتمام التعليمة **"اقرأ ع2"** عملها، تشحن المتغيرة **ع2** بالقيمة 16.
- في التعليمة رقم 6 يجمع المنفذ قيمة **"ع1"** و هي 12 و قيمة **"ع2"** و هي 16، فيتحصل على القيمة 28، ثم يضع القيمة 28 في المتغيرة **"ن"**.
- في التعليمة رقم 7 يكتب الخوارزم قيمة المتغيرة **"ن"** مسبوقة بالقيمة الثابتة "**النتيجة هي :**"، فنتحصل في الشاشة على البيان:**"النتيجة هي : 28"**.

آخر تعليمة تنفذ هي التعليمة 8 التي بها يودع الخوارزم المستعمل.



الشكل 9 : السلوك الأول لخوارزم الشكل 8

5 -1 -4 السلوك الفعلي الثاني:

في هذا السلوك الذي نرى آثاره على الشاشة (الشكل 10)، يدخل المستعمل القيمة 2000 في المتغيرة **"ع1"** و القيمة 4500 في المتغيرة **"ع2"**، و بعد اتمام عملية جمع **"ع1"** و **"ع2"**، تصبح 4500

هي قيمة المتغيرة "**ن**" و قبل ان يكتب كلمة الوداع على الشاشة، اي الجملة "**شكرا لاستعمالكم خدمتنا مع السلامة**"، يكتب الخوارزم: "**النتيجة هي : 6500**"

آخر تعليمة تنفذ هي التعليمة 8 التي بها يودع الخوارزم المستعمل.



الشكل 10 : السلوك الثاني لخوارزم الشكل 8

5 – 2 المثال الثاني: التعرف على نوعية عدد ما: أزوجي هو ام فردي.

5 – 2 -1 هدف الخوارزم:

يهدف هذا الخوارزم الى التحقق من نوعية عدد ما، أزوجي هو ام فردي، و يوفر المستعمل العدد، وبفضل العملية الأساسية % (بقية القسمة) يتوصل الخوارزم الى معرفة نوعية العدد.

5 – 2 -2 السلوك النظري:

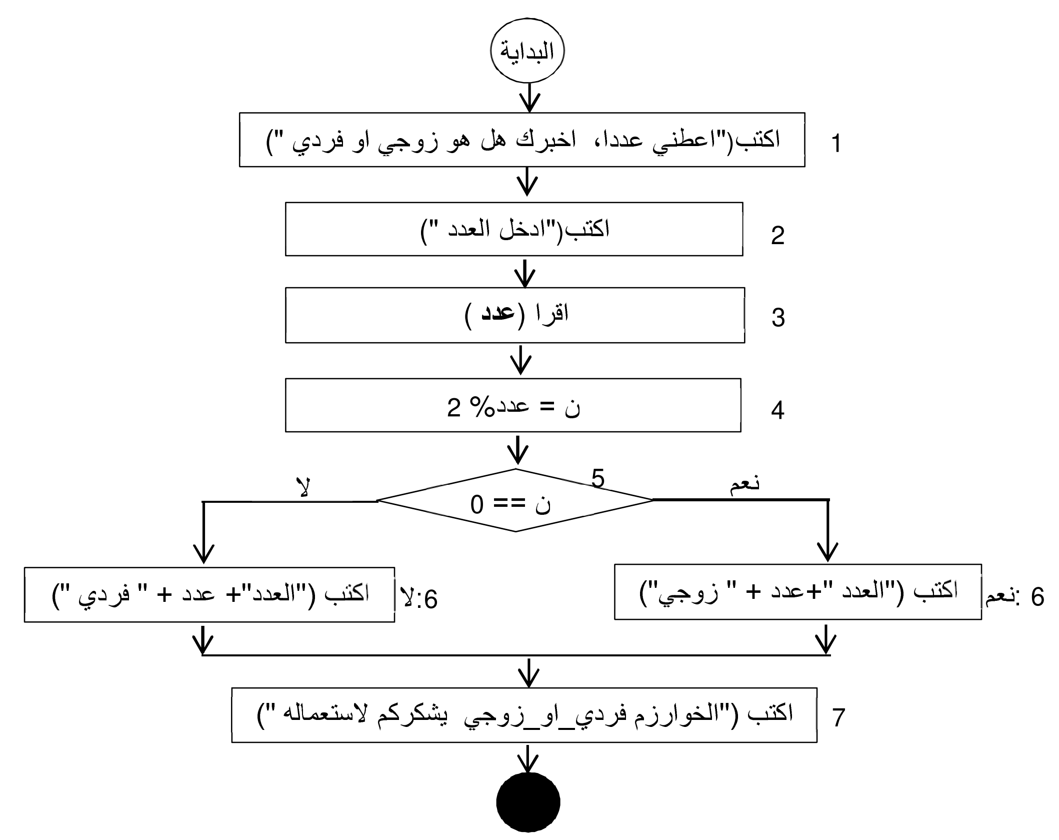
يبدأ الخوارزم المرحلة الأولى من التفاعل مع المستعمل، فيرسل له عبر الشاشة، و بفضل التعليمة "**اكتب**"، الرسالة: "**اعطني عددا، اخبرك أزوجي هو ام فردي**" (التعليمة 1، الشكل 11)، ثم الرسالة: "**ادخل العدد**" (التعليمة 2، الشكل 11)، وبعدها يدخُل الخوارزم في حالة ترقب وانتظار اثر شروعه في تنفيذ التعليمة "**اقرا (عدد)**".

عندما يُ دخل المستعمل عددا ما، يقوم الخوارزم بحفظ العدد في المتغيرة المسماة "**عدد**"، ثم في التعليمة التالية (رقم 4) يقوم بتنفيذ عملية بقية القسمة (**%**) للحصول على بقية القسمة بين ما في المتغيرة "**عدد**" والقيمة الثابتة 2، والنتيجة تكون اما القيمة 1 او القيمة 0، لكون بقية قسمة لأي عدد طبيعي بالعدد 2 هي اما 1 واما 0، و توضع نتيجة العملية رقم 4 في المتغيرة "**ن**".

في التعليمة التالية (رقم 5) يقوم الخوارزم بمقارنة محتوى المتغيرة"**ن**" بالقيمة الثابتة 0.

- فإذا كان محتوى المتغيرة"**ن**" هو 0 فمعنى هذا ان قيمة المتغيرة "**عدد**" زوجي، وفي هذه الحالة تنفذ التعليمة رقم "**6:نعم**"، التي تخبر المستعمل عبر الشاشة ان العدد الذي ادخله عددا زوجيا.

- اما إذا كان محتوى المتغيرة"**ن**" هو 1، فمعنى هذا ان المتغيرة "**عدد**" تحتوي على قيمة فردية، وفي هذه الحالة تنفذ التعليمة رقم "**6:لا**" التي تخبر المستعمل عبر الشاشة ان العدد الذي ادخله عددا فرديا.



الشكل 11 : خوارزم التعرف على نوعية عدد ما: أهو زوجي ام فردي

5 – 2 – 3 السلوك الفعلي الأول:

نتائج السلوك الفعلي الأول تظهر في الشكل 12، فبعد ان يرى المستعمل على الشاشة الرسالة "**ادخل العدد**"، يقوم بإدخال العدد 13، و تلتقط التعليمة رقم 3، "اي **اقرا (عدد)**"، القيمة 13 فتخزنها في المتغيرة "**عدد**"، ثم تنفذ التعليمة 4 التي تقوم بحساب بقية قيمة المتغيرة "**ن**" بالقيمة الثابتة **2**، اي "**13**%2" ، والنتيجة تكون 1 في هذه الحالة، واثر اتمام تنفيذ التعليمة 4، تكون المتغيرة "**ن**" قد شحنت بنتيجة العملية "**13**%2" ، أي 1.

في التعليمة التالية رقم 4 يقارن الخوارزم قيمة المتغيرة "**ن**" مع 0، و تكون القيمة المنطقية "**لا**" (او "**خطأ**") هي قيمة النتيجة، وفي هذه الحالة يتوجه التنفيذ الى التعليمة "**6:لا**" التي تقوم بإرسال الإفادة "**العدد 13 فردي**" الى الشاشة، ثم ينته الخوارزم بعد اتمام تنفيذ التعليمة رقم 7 التي تودع المستعمل.



الشكل 12 : السلوك الأول للخوارزم القادر على التعرف على نوعية عدد ما: أهو زوجي ام فردي

5 – 2 – 3 السلوك الفعلي الثاني:

نتائج هذا السلوك الثاني تظهر في الشكل 13، وفيه يدخل المستعمل العدد **2548** الذي يخزن في المتغيرة "**عدد**"، وبعدها تشحن المتغيرة "ن" بالقيمة 0 الناتجة عن العملية "**ن%2**"، أي "2548%2".

في التعليمة التالية رقم 4 يقارن الخوارزم قيمة المتغيرة "**ن**" مع 0، وتكون القيمة المنطقية "**نعم**" (او "**صحيح**") هي قيمة النتيجة، وفي هذه الحالة يتوجه التنفيذ الى التعليمة "**6:نعم**" التي تقوم بإرسال الإفادة "**العدد 2548 زوجي**" الى الشاشة، ثم ينته الخوارزم بعد اتمام تنفيذ التعليمة رقم 7.

```
اعطني عددا، اخبرك هل هو زوجي او فردي
ادخل العدد
2548
العدد 2548 زوجي
الخوارزم فردي_او_زوجي يشكركم لاستعماله
```

الشكل 13 : السلوك الثاني للخوارزم القادر على التعرف على نوعية عدد ما: أهو زوجي ام فردي

5 – 3 المثال الثالث: اسماء أيام الأسبوع

5 -3 -1 هدف الخوارزم:

يهدف هذا الخوارزم الى تحديد اسم يوم من ايام الاسبوع انطلاقا من رقم اليوم، والرقم 1 هو رقم يوم الأحد، والرقم 7 هو رقم يوم السبت

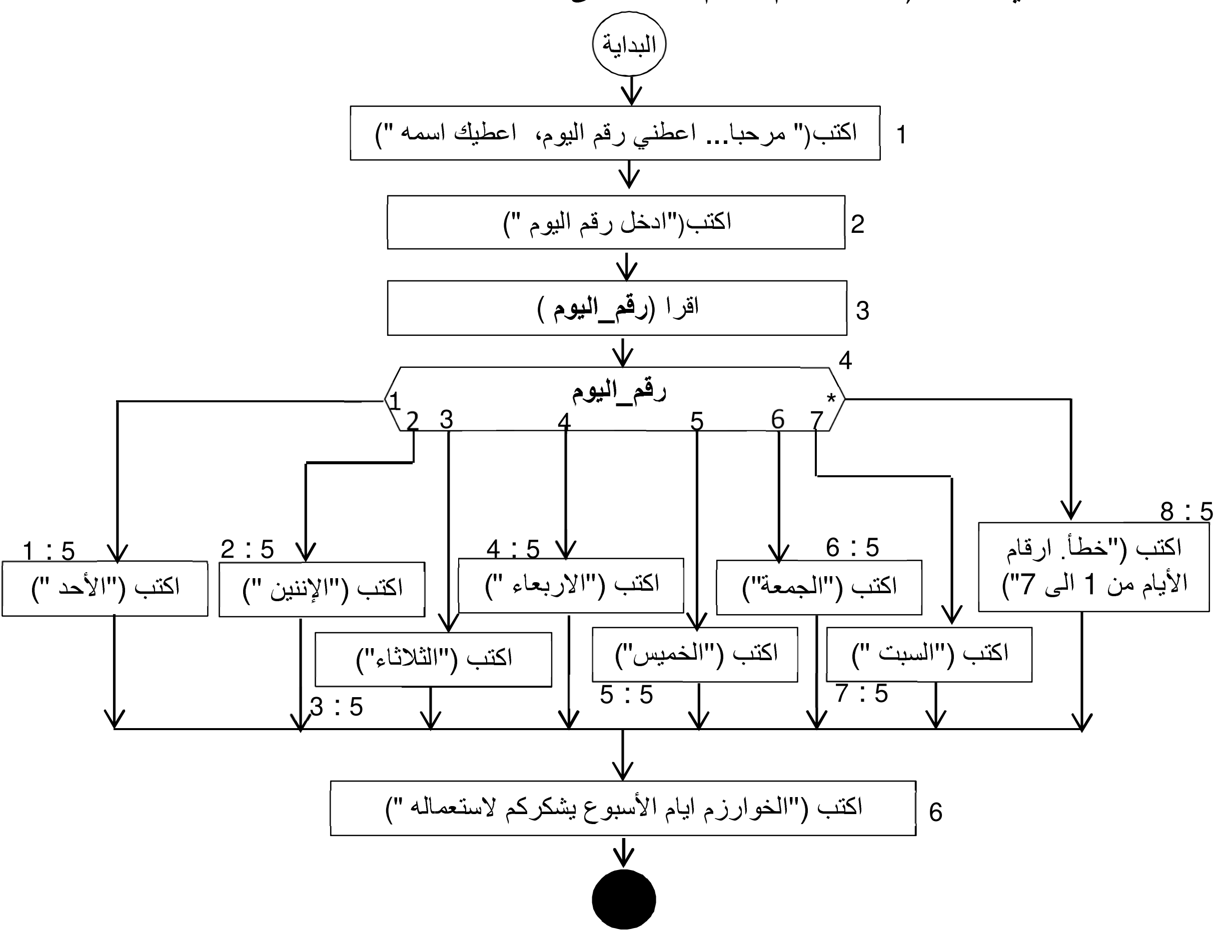
5 -3 -2 السلوك النظري:

ينطلق الخوارزم بتعريف وجيز جدا للخدمة التي يمكن ان يقدمها للمستعمل بإرسال الإفادة "**مرحبا... اعطني رقم اليوم، اعطيك اسمه**"، ثم يطلب رقم اليوم، وبفضل التعليمة رقم 3، اي "**اقرا (رقم_اليوم)**"، يتكمن المستعمل من ايصال رقم اليوم الى الخوارزم، وتتكفل التعليمة "**اقرأ**" بوضع القيمة التي يدخلها المستعمل في المتغيرة "**رقم_اليوم**" التي وصفت للتعليمة "**اقرأ**"، وبعد الانتهاء من شحن القيمة الملتقطة من لوحة الحروف في المتغيرة "**رقم_اليوم**"، ينتقل التنفيذ الى التعليمة رقم 4، وهي تعليمة شرطية رقمية ممثلة بالمعين.

تحتوي التعليمة الشرطية الرقمية على عبارة مكونة من اسم المتغيرة "**رقم_اليوم**"، وعلى ثمانية مسالك خارجة منه، سبعة مسالك معرفة برقم (الأرقام من 1 الى 7) و مسلك واحد معرف بحرف النجمة (*)، و معنى الحرف نجمة(*) في مخرج من مخارج المعين هو: كل الأرقام ما عدا الأرقام التي ذكرت في المسالك الخارجة الاخرى.

وتقُرأ عبارة التعليمة الشرطية الرقمية على الشكل التالي: ما هي القيمة المخزنة في المتغيرة "**رقم_اليوم**".

في اطار تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية، وبعد التعرف على قيمة المتغيرة "**رقم_اليوم**"، يقوم المنفذ بالبحث عن المخرج الذي يحمل نفس قيمة المتغيرة "**رقم_اليوم**"، فان وجدها اتبعها، فمثلا اذا كانت قيمة المتغيرة "**رقم_اليوم**" هي 3، يتبع المخرج رقم 3 الذي يؤدي الى التعليمة 5 : 3 ، اي "**اكتب** ("**الثلاثاء**")"، واذا كانت قيمة المتغيرة"**رقم_اليوم**" هي 26، لن يجد المنفذ اي مخرج حاملا لهذا الرقم، وفي هذه الحالة يتجه الى المخرج الحامل لحرف النجمة (*)، فينتقل التنفيذ من خلال المخرج * الى التعليمة "**5 : 8**،" اي "**اكتب** ("**خطأ. ارقام الأيام من 1 الى 7**")".



الشكل 14 : خوارزم ايام الأسبوع

5 -3 -3 السلوك الفعلي الأول:

في هذا السلوك (الشكل 15) بعد الترحيب وبعد الطلب "**ادخل رقم اليوم**"، يقوم المستعمل بإدخال الرقم 4، وبفضل التعليمة "**اقرا (رقم_اليوم)**"، تشحن المتغيرة "**رقم_اليوم**" بالقيمة 4، ثم ينتقل التنفيذ الى التعليمة الشرطية الرقمية، وتكون الإجابة 4 لتساؤل التعليمة الشرطية، اي: ما هي القيمة المخزنة في المتغيرة "**رقم_اليوم**". وبما ان قيمة المتغيرة **رقم_اليوم** هي 4، يبحث المنفذ عن المخرج الحامل للرقم 4، وهذا المخرج موجود واتباعه يؤدي الى التعليمة "**اكتب** ("**الاربعاء** ")"، التي ترسل الى الشاشة كلمة "**الاربعاء**"، وبعد هذه التعليمة تنفذ التعليمة الأخيرة من الخوارزم (رقم 6) وهي التي تشكر وتودع المستعمل.

```
مرحبا... اعطني رقم اليوم، اعطيك اسمه
ادخل رقم اليوم
4
الاربعاء
الخوارزم ايام الأسبوع يشكركم لاستعماله
```

الشكل 15 : السلوك الفعلي الأول لخوارزم أيام الاسبوع

5 -3 -4 السلوك الفعلي الثاني:

في هذا السلوك (الشكل 16) وبفضل التعليمة **"اقرا (رقم_اليوم)"**، يدخل المستعمل الرقم 6 التي تخزن في المتغيرة **"رقم_اليوم"** ، وتكون 6 هي الإجابة لتساؤل التعليمة الشرطية، فيبحث المنفذ عن المخرج الحامل للرقم 6 فيجده، وتكون بذلك التعليمة التالية هي التعليمة رقم "5 : 6"، اي **"اكتب ("الجمعة")"**، وتظهر على اثر تنفيذ هذه التعليمة كلمة **"الجمعة"** على الشاشة، وبعد هذه التعليمة تنفذ التعليمة الأخيرة من الخوارزم (رقم 6) وهي التي تشكر وتودع المستعمل.

```
مرحبا... اعطني رقم اليوم، اعطيك اسمه
ادخل رقم اليوم
6
الجمعة
الخوارزم ايام الأسبوع يشكركم لاستعماله
```

الشكل 16 : السلوك الفعلي الثاني لخوارزم أيام الاسبوع

5 -3 -5 السلوك الفعلي الثالث:

في هذا السلوك (الشكل 17) و بفضل التعليمة **"اقرا (رقم_اليوم)"**، يدخل المستعمل القيمة 12 التي تخزن في المتغيرة **"رقم_اليوم"** ، وتكون القيمة 12 هي الإجابة على تساؤل التعليمة الشرطية الرقمية، فيبحث المنفذ عن المخرج الحامل للرقم 12 فلا يجده، وهنا يتوجه الى المخرج الحامل للرمز * ، و تكون بذلك التعليمة التالية هي التعليمة رقم 5 : 8، اي **"اكتب ("خطأ. ارقام الأيام من 1 الى 7")"**، وعلى اثر تنفيذ هذه التعليمة تظهرعلى الشاشة الجملة **"خطأ. ارقام الأيام من 1 الى 7"**، وبعد هذه التعليمة تنفذ التعليمة الأخيرة من الخوارزم (رقم 6) وهي التي تشكر وتودع المستعمل.

```
مرحبا... اعطني رقم اليوم، اعطيك اسمه
ادخل رقم اليوم
12
خطأ. ارقام الأيام من 1 الى 7
الخوارزم ايام الأسبوع يشكركم لاستعماله
```

الشكل 17 : السلوك الفعلي الثالث لخوارزم أيام الاسبوع

الفصل الرابع

أدوات التحقق من فعالية الخوارزم

1 – مقدمة

قبل الشروع في تحويل خوارزم ما الى لغة آلة ما لينفذ، يقوم واضع الخوارزم من التحقق من فعالية وصحة الخوارزم الذي كتب، فتحويل خوارزم مالم يتُحقق من صحته، يُ مكن ان لا يكون له اي فائدة، فالآلة لا يُ مكنها ان تعرف اهداف الخوارزم، فهي لا تعرف الا تنفيذ التعليمات، وهكذا اذا أُعطيت الآلة خوارزما فيه عيوب، تقوم الآلة بتنفيذه كما هو وفي غالب الأحيان لا يلبي خوارزم فيه عيوب ما هو منتظر منه.

لكي يتحقق واضع الخوارزم من صحة الخوارزم يقوم هو شخصيا بتنفيذه، وهنا يجب ان يتسم واضع الخوارزم بسمات الآلة، فينفذ الخوارزم وكأنه هو الآلة، وفي اطار هذا السلوك، غالبا ما يستعمل المنفذ البشري ورقة تمثل ذاكرة الخوارزم وفيها يحدد لكل متغيرة موضع خاص بها، وهناك كيفيات عديدة لتمثيل المتغيرات على الورقة، فمثلا تظهر المتغيرة في الورقة على شكل مستطيل، بجانبه اسم المتغيرة، وبداخله تظهر القيمة التي تحتويها المتغيرة، وعندما يكون محتوى المتغيرة غير معلوم، يوضع داخل المستطيل علامات استفهام ثلاث (؟؟؟)، وكلما تغير محتوى المتغيرة،ُ ينشأ مستطيل جديد بجانب القديم، و يشطب المستطيل القديم، و يحتوي الموضع الجديد على آخر قيمة وضعت في المتغيرة.

وفيما يخصنا، ومن اجل التحقق من فعالية الخوارزم وصحته، نستعمل ما نسميه **"بجدول التنفيذ"** (الجدول 1)، ويتكون هذا الجدول من الأعمدة التالية:

- العمود الأول هو **رقم مرحلة التنفيذ**، وكل تنفيذ لتعليمة ما يمثل مرحلة.
- العمود الثاني يبرز **التعليمة التي نفذت** في مرحلة ما، فيمكن كتابة التعليمة او كتابة رقم التعليمة (و هنا نرى ضرورة ادخال الترقيم في خارطة الانسياب)، والترقيم ضروري في جدول التنفيذ لإمكانية ظهور نفس التعليمة اكثر من مرة في الخوارزم، واذا أعيد تنفيذ نفس التعليمة نضيف الى اسمها او رقمها عدد المرات التي اعيد تنفيذها، فمثلا اذا أعيدت التعليمة رقم 8 خمس مرات نكتب 8_5.

رقم مرحلة التنفيذ	التعليمة او رقمها	المتغيرة (1)	المتغيرة (2)	......	المتغيرة (ن -1)	المتغيرة (ن)
1				....		
2				....		
.	.	.		.		
.	.	.		.		
م - 1				....		
م				....		

جدول 1: مكونات جدول التنفيذ

- الأعمدة الباقية مخصصة للمتغيرات، فكل عمود يمثل متغيرة ما، فكلما صرح بمتغيرة جديدة اضيف عموداً على يسار جدول التنفيذ، و توضع في الخانة المناسبة لكل مرحلة حالة المتغيرة او قيمتها.
  - فان كانت المتغيرة لم يصرح بعد بها نضع في الخانة الحرف **- .**
  - واذا كانت المتغيرة قد صرح بها ولا نعلم محتواها نضع الحروف **؟؟؟.**
  - واذا كانت المتغيرة قد صرح بها و نعلم محتواها نضع قيمة محتواها.

و يبين جدول التنفيذ (جدول 2) كيفية متابعة تنفيذ خوارزم الشكل 1.

> **تنبيه:** يتطرق كل جدول تنفيذ الى سلوك فعلي ما، فيمكن في سياق التحقق من فعالية خوارزم ما ان ننجز اكثر من جدول.

البداية
(1) المتغيرات: **الف، باء ، جيم**
(2) الف = 20
(3) ب = 30
(4) جيم = الف
(5) الف = 18

الشكل 1 : خارطة انسياب خوارزم بسيط

رقم المرحلة	رقم التعليمة	الف	باء	جيم
1	1	؟؟؟	؟؟؟	؟؟؟
2	2	20	؟؟؟	؟؟؟
3	3	20	30	؟؟؟
4	4	20	30	20
5	5	18	30	20

جدول 2 : جدول التنفيذ لخوارزم الشكل 1

2 - مثال توضيحي: خوارزم معدل النقاط

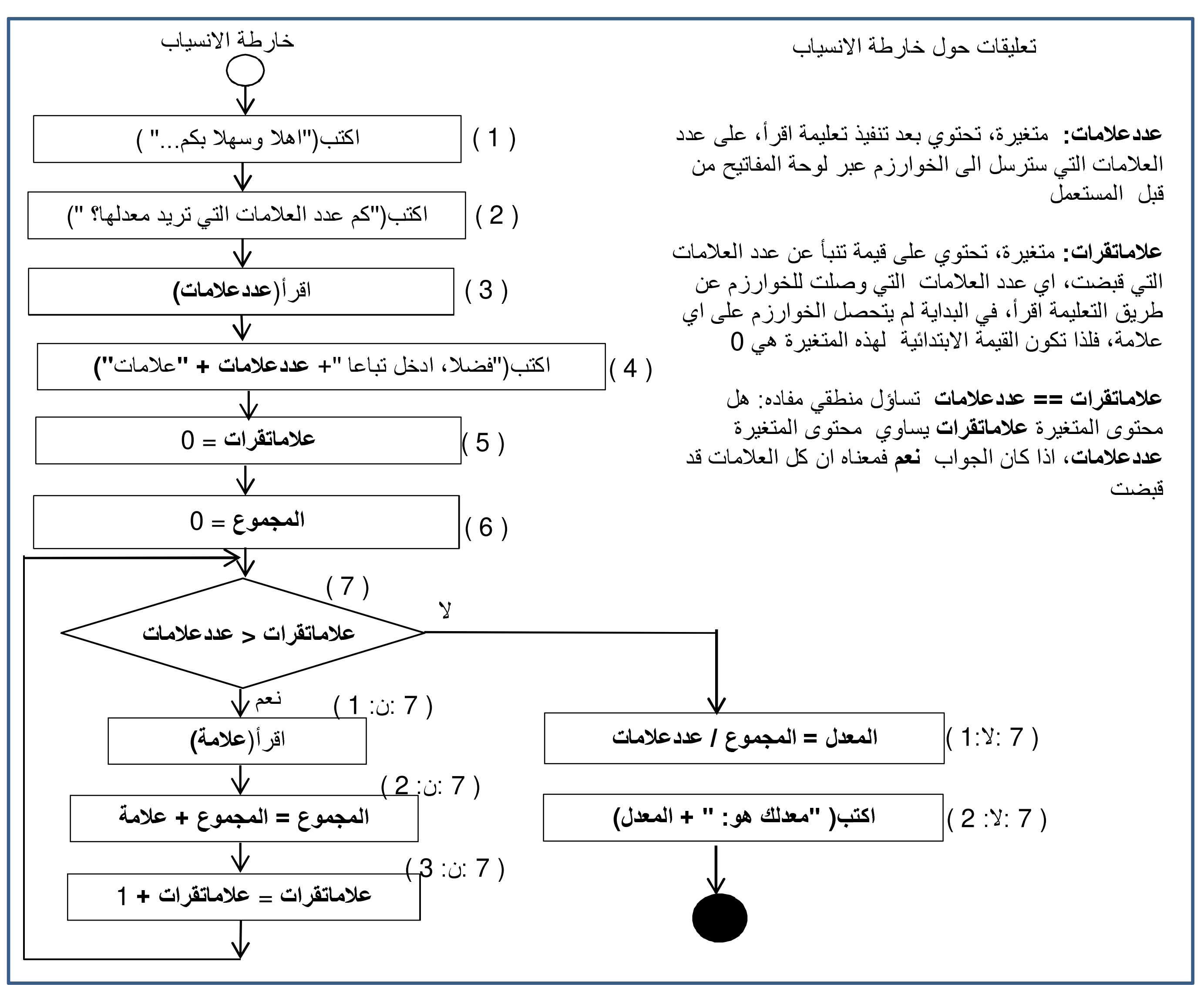
2 – 1 : من المرحلة الأولى الى المرحلة السابعة

حتى يمكننا ان نتابع جيدا مسار تنفيذ الخوارزم ومعرفة ما تحتويه كل متغيرة في اي مرحلة، نستعين بجدول التنفيذ (جدول 3) الذي يبرز لنا محتوى كل متغيرة في اي مرحلة من مراحل التنفيذ.

المرحلتين (1) و (2): عند بدئ تنفيذ الخوارزم "**معدل النقاط**" (خارطة انسياب الشكل 3)، يقوم هذا الأخير بكتابة جملتين على الشاشة (الشكل 2) اثر تنفيذ التعليمة(1) والتعليمة(2). نلاحظ من خلال جدول التنفيذ انه لم يتم التصريح بأي متغيرة في هاتين المرحلتين.



الشكل 2 : خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ المرحلتين (1) و (2)



الشكل 3 : خارطة انسياب خوارزم "معدل النقاط"

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	التعليمة	**عددعلامات**	**علاماتقرات**	**المجموع**	**علامة**	**المعدل**
1	1	-	-	-	-	-
2	2	-	-	-	-	-
3	3	**3**	-	-	-	-
4	4	**3**	-	-	-	-
5	5	**3**	**0**	-	-	-
6	6	**3**	**0**	**0**	-	-
7	7	**3**	**0**	**0**	-	-

جدول 3 : خوارزم "معدل النقاط"، محتوى التغيرات حتى المرحلة (7)

المرحلتين (3) و (4): في المرحلة (3)، ينتظر الخوارزم ادخال رقم عبر لوحة الأحرف، ولنفترض في هذا السلوك الفعلي ان المستعمل ادخل القيمة 3 (الشكل 4)، ففي هذه المرحلة تقوم التعليمة **"اقرأ"** بتلق

القيمة 3 ووضعها في المتغيرة "**عددعلامات**"، وبعد هذا ينتقل التنفيذ الى المرحلة التي يشير اليها السهم الخارج من المرحلة(3)، اي ينتقل التنفيذ الى المرحلة(4)، وتنفيذ تعليمة المرحلة(4)يُ نتج على الشاشة الجملة "**فضلا، ادخل تباعا 3 علامات**"، وتصبح بذلك الشاشة على حالة الشكل 5، ومن خلال جدول التنفيذ (جدول 3)، نلاحظ ان التصريح بالمتغيرة "**عددعلامات**" (تصريح ضمني) قد تم في المرحلة (3) وان المتغيرة "**عددعلامات**" قد شُحنت في هذه المرحلة بالقيمة 3.

اهلا وسهلا بكم...
كم عدد العلامات التي تريد معدلها؟
3

الشكل 4 : خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ المراحل (1) ، (2) و (3)

اهلا وسهلا بكم...
كم عدد العلامات التي تريد معدلها؟
3
فضلا، ادخل تباعا 3 علامات

الشكل 5 : خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ المراحل (1) ، (2) ، (3) و (4)

المرحلتين (5) و (6): في المرحلتين(5) و(6)يُ نشأ الخوارزم، بتصريح ضمني، متغيرتين لمساعدته في انجاز عمله، وهذا ما نراه في جدول التنفيذ:

- المتغيرة الأولى: "**علاماتقرات**"، ويستعملها الخوارزم ليتذكر عدد العلامات التي ادخلها المستعمل، فكلما ادخل المستعمل علامة ما، تضاف القيمة 1 لهذه المتغيرة، وبما ان المستعل لم يكن قد ادخل اي علامة في المرحلة(5)، تكون القيمة الأولية لهذه المتغيرة 0.
- المتغيرة الثانية: "**المجموع**"، ويستعملها الخوارزم ليجمع فيها كل العلامات التي ادخلها المستعمل فكلما ادخلت علامة، تضاف قيمتها الى المتغيرة "**المجموع**"، وبما ان المرحلة(6) لم تشهد اي ادخال لأي علامة من قبل المستعمل، فإن القيمة الأولية لهذه المتغيرة هي 0.

المرحلة السابعة: في المرحلة(7) يتساءل الخوارزم(الشكل 2): هل القيمة التي توجد في المتغيرة "**علاماتقرات**" اصغر من القيمة الموجودة في المتغيرة "**عددعلامات**"؟ فاذا تأملنا في الجدول 3، نرى انه في هذه المرحلة، ُمحتوى المتغيرة "**علاماتقرات**" هو 0 وُمحتوى المتغيرة **عددعلامات** هو3، اذن نتيجة هذا التساؤل هو **نعم** (او **صحيح**)، فالمرحلة القادمة هي المرحلة التي يصل اليها السهم **نعم**، اي التعليمة **(7:ن:1).**

2 – 2 :من المرحلة (8) الى المرحلة (10): التعليمات من (7:ن:1) الى (7:ن:3)

المرحلة (8) (جدول 4): في المرحلة 8 من جدول التنفيذ (التعليمة 7:ن:1) نجد التعليمة "**اقرأ(علامة)**"، و "**علامة**" اسم لمتغيرة اخرى، صرح بها ضمنيا في هذه المرحلة، ويستعملها الخوارزم لالتقاط العلامات من لوحة الحروف بواسطة التعليمة "**اقرأ**"، فكلما نفذت التعليمة "**اقرأ(علامة)**"، ينتظر الخوارزم من المستعمل كتابة علامة من علاماته على لوحة الحروف، ونفترض في هذه المرحلة ان المستعمل قد ادخل القيمة 13 كما يظهر في الشكل 6 ، فهنا تقوم التعليمة "**اقرأ**" بنقل القيمة 13 الى المتغيرة "**علامة**" كما يظهر ذلك في جدول التنفيذ (جدول 4).

اهلا وسهلا بكم...
كم عدد العلامات التي تريد معدلها؟
3
فضلا، ادخل تباعا 3 علامات
13

الشكل 6 : خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ المراحل من (1) الى (7 :ن: 1)

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	التعليمة	**عددعلامات**	**علاماتقرات**	**المجموع**	**علامة**	**المعدل**
1	1	-	-	-	-	-
2	2	-	-	-	-	-
3	3	**3**	-	-	-	-
4	4	**3**	-	-	-	-
5	5	**3**	**0**	-	-	-
6	6	**3**	**0**	**0**	-	-
7	7	**3**	**0**	**0**	-	-
8	7 :ن: 1	**3**	**0**	**0**	**13**	-

جدول 4 :خوارزم "معدل النقاط"، محتوى التغيرات حتى المرحلة 8 التعليمة (7 :ن: 1)

المرحلتين (9) و (10) (الجدول 5): في المرحلة(9)، ينتقل التنفيذ الى التعليمة(7:ن:2) وهي التعليمة "**المجموع = المجموع + علامة**"، اي اضافة ما في المتغيرة "**علامة**" الى محتوى المتغيرة "**المجموع**"، وهكذا تصبح **13** هي قيمة المتغيرة **المجموع** في المرحلة(9)، وفي المرحلة(10)، تنفذ التعليمة (7:ن:3)، فتضاف القيمة 1 الى محتوى المتغيرة **علاماتقرات** لتصبح 1 هي قيمة هذه المتغيرة (الجدول 5).

بعد المرحلة (10) التي نفذت فيها التعليمة (7:ن:3) نرى جليا ان السهم الخارج يتوجه الى تعليمة قد نفذت من قبل في المرحلة(7)، فهذا السهم يطلب اعادة تنفيذ التعليمة(7) للمرة الثانية في المرحلة (11).

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	عدد مرات التنفيذ	**عددعلامات**	**علاماتقرات**	**المجموع**	**علامة**	**المعدل**
1	1	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
2	2	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
3	3	**3**	**-**	**-**	**-**	**-**
4	4	**3**	**-**	**-**	**-**	**-**
5	5	**3**	**0**	**-**	**-**	**-**
6	6	**3**	**0**	**0**	**-**	**-**
7	7	**3**	**0**	**0**	**-**	**-**
8	7 :ن: 1	**3**	**0**	**0**	**13**	**-**
9	7 :ن: 2	**3**	**0**	**0**	**13**	**-**
10	7 :ن: 3	**3**	**1**	**13**	**13**	**-**

جدول 5 :خوارزم "معدل النقاط"، محتوى التغيرات حتى المرحلة 10 التعليمة (7 :ن: 3)

2 – 3 : التكرار الثاني للتعليمات (7)، (7:ن:1)، (7:ن:2) و (7:ن:3)

المرحلة (11) (الجدول 6): في المرحلة(11)، تنفذ التعليمة (7) للمرة الثانية، ونسميها التعليمة $(7)_2$ (الجدول 6) ، وفي هذه التعليمة يتساءل الخوارزم هل القيمة التي توجد في المتغيرة **"علاماتقرات"** اصغر من القيمة الموجودة في المتغيرة**"عددعلامات"**، فاذا تأملنا الجدول في هذه المرحلة نرى ان مُحتوى **"علاماتقرات"** هو 1 ومُحتوى**"عددعلامات"** هو 3، اذن نتيجة هذا التساؤل هو **"نعم"**، فالمرحلة القادمة هي المرحلة التي يصل اليها السهم **نعم**، اي المرحلة (12) التي تنفذ فيها التعليمة (7:ن:1) للمرة الثانية ونسميها التعليمة$(7:ن:1)_2$.

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	التعليمة	**عددعلامات**	**علاماتقرات**	**المجموع**	**علامة**	**المعدل**
المراحل من 1 الى 9 (7 : ن : 2)						
10	7 :ن: 3	**3**	**1**	**13**	**13**	**-**
11	7_2	**3**	**1**	**13**	**13**	**-**

جدول 6 :خوارزم "معدل النقاط"، محتوى التغيرات حتى المرحلة 11 (التعليمة 7)

المرحلة (12) (الجدول 7): في المرحلة(12)، التعليمة $(7:ن:1)_2$، نجد التعليمة **اقرأ(علامة)**، و **علامة** هي متغيرة قد صرح بها ضمنيا في المرحلة 8 (7:ن:1) ، وتحتوي على القيمة 13، وعند دخول المرحلة(12)، التعليمة $(7:ن:1)_2$، وبعد تنفيذ التعليمة**"اقرأ"** تعوض القيمة 13 بالقيمة التي تلتقطها التعليمة **"اقرأ"** من لوحة الحروف ، ونفترض في هذه المرحلة ان المستعمل قد ادخل القيمة 17 كما يظهر في الشكل 7، فهنا تقوم التعليمة **"اقرأ"** بنقل القيمة 17 الى المتغيرة **علامة** فتمحى القيمة القديمة 13 لتحل محلها القيمة الجديدة 17 كما يظهر ذلك في جدول التنفيذ (الجدول 7).

```
اهلا وسهلا بكم...
كم عدد العلامات التي تريد معدلها؟
3
فضلا، ادخل تباعا 3 علامات
13
17
```

الشكل 7 :خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ المراحل من 1 الى 12 (7 :ن: 1)

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	عدد مرات التنفيذ	عددعلامات	علاماتقرات	المجموع	علامة	المعدل
المراحل من 1 الى (7 : ن : 2)						
10	7 :ن: 3	3	1	13	13	-
11	7$_2$	3	1	13	13	-
12	(7 :ن: 1)$_2$	3	1	13	17	-

جدول 7 :خوارزم "معدل النقاط"، محتوى التغيرات حتى المرحلة في الرحلة 12

المرحلتين (13) و (14) (الجدول 8): وتنفذ فيهما للمرة الثانية التعليمات (7:ن:2) و(7:ن:3) و نسميهما التعليمة (7:ن:2)$_2$ والتعليمة (7:ن:3)$_2$ ، ففي المرحلة 13 يتم تنفيذ التعليمة (7:ن:2)$_2$ ، اي "**المجموع** = **المجموع** + **علامة**"، ويتم من خلال هذه التعليمة اضافة ما في المتغيرة **"علامة"**، اي **17**، الى محتوى المتغيرة **"المجموع"**، اي **13**، وهكذا تصبح **30** هي قيمة المتغيرة**"المجموع"** في المرحلة 13، وفي المرحلة التالية، اي 14، تضاف بواسطة التعليمة (7:ن:3)$_2$ القيمة 1 الى محتوى المتغيرة "**علاماتقرات**" لتصبح 2 هي قيمة هذه المتغيرة (الجدول 8).

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	عدد مرات التنفيذ	عددعلامات	علاماتقرات	المجموع	علامة	المعدل
المراحل من 1 الى (7 : ن : 2)						
10	7 :ن: 3	3	1	13	13	-
11	7$_2$	3	1	13	13	-
12	(7 :ن: 1)$_2$	3	1	13	17	-
13	(7 :ن: 2)$_2$	3	1	30	17	-
14	(7 :ن: 3)$_2$	3	2	30	17	

جدول 8 :خوارزم "معدل النقاط"، محتوى المتغيرات حتى المرحلة 14 التعليمة (7 :ن: 3)$_2$

2 – 4 :التكرار الثالث للتعليمات (7)، (7:ن:1)، (7:ن:2) و (7:ن:3)

بعد انتهاء تنفيذ التعليمة (7:ن:3)$_2$ في المرحلة(14)، يرجع المنفذ للمرة الثالثة الى التعليمة (7) (الجدول 9)، ففي المرحلة 15، نرمز الى التنفيذ الثالث للتعليمة (7) بالرمز (7)$_3$ ، ويفضي تساؤل

التعليمة $(7)_3$ الى نتيجة "**نعم**"، فتنفذ التعليمات $(7:ن:1)_3$ ، و $(7:ن:2)_3$ ، و $(7:ن:3)_3$ في المراحل 16، 17 و 18، ولنفرض ان المستعمل ادخل القيمة 9 (الشكل 8) ، فتصبح

- 9 هي قيمة المتغيرة "**علامة**" في المرحلة 16 التعليمة $(7 :ن: 1)_3$ ،
- 39 هي قيمة المتغيرة "**المجموع**" في المرحلة 17 التعليمة $(7 :ن: 2)_3$ ،
- 3 هي قيمة المتغيرة "**علاماتقرات**" في المرحلة 18 التعليمة $(7 :ن: 2)_3$

```
اهلا وسهلا بكم...
كم عدد العلامات التي تريد معدلها؟
3
فضلا، ادخل تباعا 3 علامات
13
17
9
```

الشكل 8 :خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ المراحل من (1) الى 18 التعليمة $(7 :ن: 1)_3$

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (معنى الحرف -: المتغيرة لم يصرح بها بعد)				
المرحلة	عدد مرات التنفيذ	**عددعلامات**	**علاماتقرات**	**المجموع**	**علامة**	**المعدل**
المراحل من 1 الى (7 : ن : 2)						
10	7 :ن: 3	**3**	**1**	**13**	**13**	**-**
11	7_2	**3**	**1**	**13**	**13**	**-**
12	$(7 :ن: 1)_2$	**3**	**1**	**13**	**17**	**-**
13	$(7 :ن: 2)_2$	**3**	**1**	**30**	**17**	**-**
14	$(7 :ن: 3)_2$	**3**	**2**	**30**	**17**	**-**
15	7_3	**3**	**2**	**30**	**17**	**-**
16	$(7 :ن: 1)_3$	**3**	**2**	**30**	**9**	**-**
17	$(7 :ن: 2)_3$	**3**	**2**	**39**	**9**	**-**
18	$(7 :ن: 3)_3$	**3**	**3**	**39**	**9**	**-**
19	7_4	**3**	**3**	**39**	**9**	**-**

جدول 9 :خوارزم "معدل النقاط"، محتوى المتغيرات حتى المرحلة 19 التعليمة $(7)_4$ ،

2 – 5 :نهاية تكرار التعليمات (7:ن:1)، (7:ن:2) و (7:ن:3)

يرجع التنفيذ مرة رابعة في المرحلة 19 الى التعليمة $(7)_4$ (الجدول 9) وفي هذ المرحلة تكون 3 هي قيمة المتغيرتين "**عددعلامات**" و "**علاماتقرات**" (جدول 9)، وهكذا يفضي تساؤل تعليمة المرحلة 19، اي $(7)_4$ ، الى نتيجة "**لا**"، وتكون بذلك تعليمة المرحلة التالية، اي المرحلة 20، هي التعليمة (7:لا:1).

سيرورة التنفيذ		حالة المتغيرات (- معناه: المتغيرة لم يصرح بها)				
المرحلة	عدد مرات التنفيذ	عددعلامات	علاماتقرات	المجموع	علامة	المعدل
المراحل من 1 اي (7)$_4$						
19	7_4	3	3	39	9	-
20	7:لا:1	3	3	39	9	13
21	7:لا:2	3	3	39	9	13
النهاية						

جدول 10: خوارزم "معدل النقاط"، محتوى المتغيرات قبل نهاية الخوارزم

في المرحلة 20 (التعليمة (7:لا:1)) نلاحظ التصريح الضمني للمتغيرة "**المعدل**"، وفي نفس المرحلة تشحن هذه المتغيرة بنتيجة العملية "**المجموع / عددعلامات**"، اي **13 (39 / 3)**، (الجدول 10)، وفي المرحلة التي تلي، اي 21 التعليمة (7:لا:2)، تنفُذ التعليمة التي تظهر على الشاشة المعدل الذي حُسب (الشكل 9) ، وبعد انتهاء هذه المرحلة (7:لا:2) ينته تنفيذ الخوارزم.

اهلا وسهلا بكم...
كم عدد العلامات التي تريد معدلها؟
3
فضلا، ادخل تباعا 3 علامات
13
17
9
معدلك هو: 13

الشكل 9: خوارزم "معدل النقاط"، نتيجة تنفيذ كل المراحل

3 - نسخة محسنة للخوارزم "معدل النقاط"

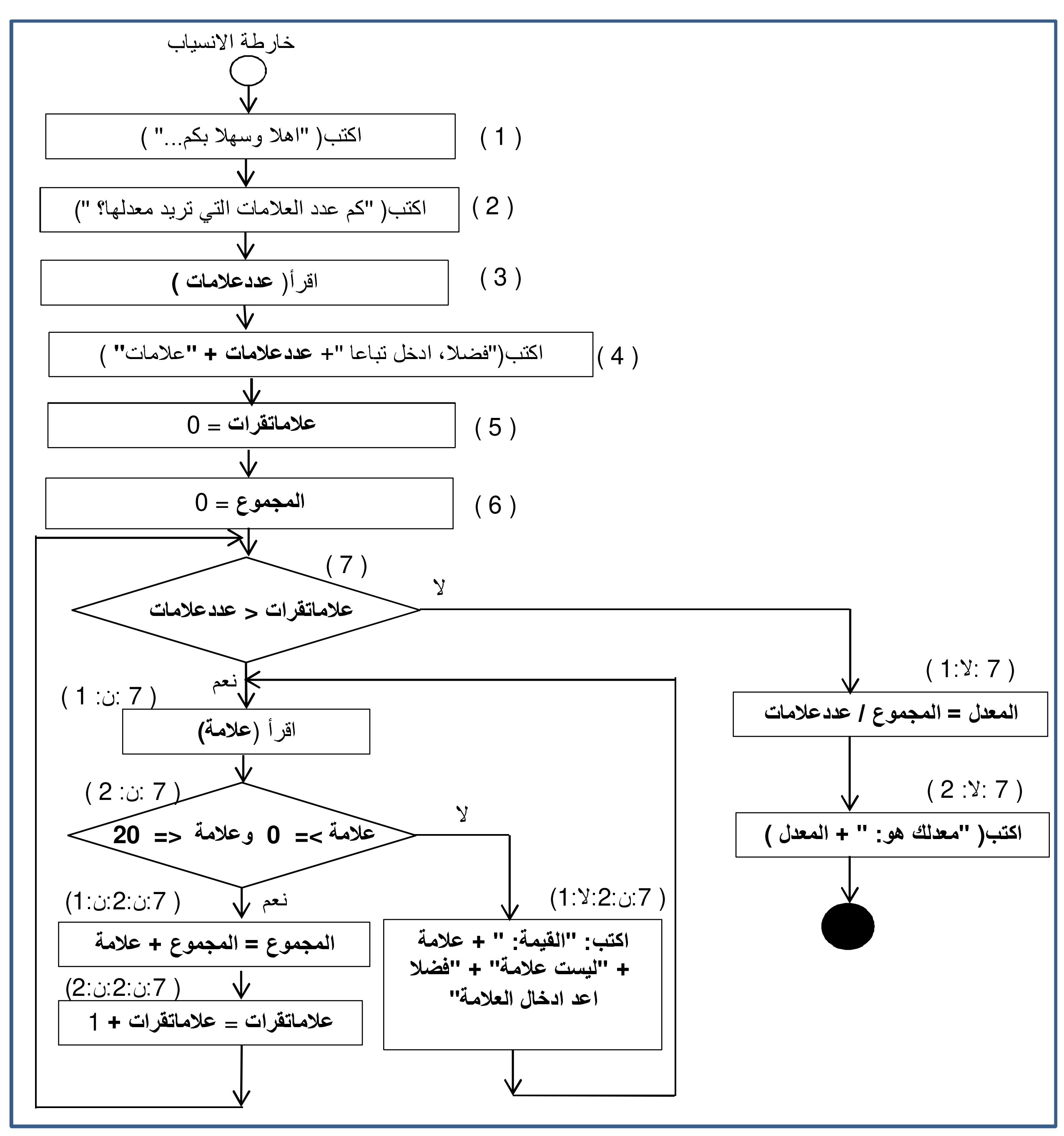
في الحالة التي هو عليها، هل يعط الخوارزم "**معدل النقاط**" اجابة لو أخطأ المستعمل فكتب 27 عوض 17؟ الجواب نعم، والجواب هو حقا معدل لمجموعة من الأعداد، لكنه ليس بمعدل نقاط، فلا يمكن ان تتعدى النقطة 20 او تكون اصغر من 0، فبالصيغة التي وصف بها، لا يدرك الخوارزم الفرق بين عدد ما ومفهوم العلامة التي تُعطى لتقييم الطالب، ولجعل الخوارزم اكثر مصداقية علينا تصحيحه بتزويده ببعض الذكاء الذي يجعله يفرق بين عدد يمثل علامة صحيحة وعدد لا يمثل علامة.

بما ان العلامة عدد حقيقي قيمته ما بين 0 و 20، وجب على الخوارزم التأكد عند التقاط ما يكتبه المستعمل أنَّ ما كُتب علامة، اي ان العدد الذي التُقط اكبر او يساوي 0 و اصغر او يساوي 20.

تكون عملية التحقق من صحة العدد مباشرة بعد التعليمة "**اقرأ**" التي تتيح للمستعمل ادخال علامة ما (الشكل 10)، فبعد ان تشحن المتغيرة "**علامة**" بالقيمة التي ادخلها المستعمل، وجب التأكد ان ما في المتغيرة "**علامة**" هي قيمة تعبر عن علامة ما، وهكذا اذا كان محتوى المتغيرة "**علامة**" يعبر عن علامة، تُضاف القيمة للمجموع (التعليمة 7:ن:2:ن:1)، اما اذا كان محتوى المتغيرة **علامة** لا يعبر عن علامة،

يرفض الخوارزم القيمة التي ادخلها المستعمل، ويخبره بالخطأ الذي ارتُكب (التعليمة 7:ن:2:لا:1) ثم يطلب منه اعادة كتابة العلامة (اعادة تنفيذ التعليمة (7 :ن: 1) وهي التعليمة **"اقرأ (علامة)"**.

التعليمة التي تتحقق من صحة القيمة التي ادخلها المستعمل هي التعليمة الشرطية المنطقية (7:ن:2) التي تحتوي على العبارة المنطقية **"علامة =< 0 وعلامة => 20 "**، و معناها: هل قيمة المتغيرة **"علامة"** اكبر او تساوي 0 و هل هي ايضا اصغر او تساوي 20.



الشكل 10 : نسخة محسنة للخوارزم "معدل النقاط"

الفصل الخامس

التعبير النصي للخوارزميات

1 - مقدمة

عند المبتدئين، يعتبر التعبير النصي المرحلة الثانية في اطار انشاء خوارزم موجه للاستهلاك من قبل الحاسوب، وهذا بعد استعمال خارطة الانسياب كمرحلة اولى، والتعبير النصي هو الترجمة المباشرة لما في خارطة الانسياب، فتترجم محاسن خارطة الانسياب كما تترجم مساوئها، ويعتبر التعبير النصي الطريقة المفضلة والأكثر شيوعا عند اصحاب الخبرة وممارسي كتابة الخوارزميات، وفي هذا الفصل سوف نتعمد في ادخال مفاهيم يمكن ان تكون معقدة و غير كاملة، فعلينا في هذه المرحلة تقبلها كما هي، وسوف نعود اليها في الفصول التالية بشرح أوفر وادق.

2 - خصائص التعبير النصي:

يتميز التعبير النصي بدقة اللغة ودقة الهيكلة.

2 -1: دقة اللغة:

تستعمل في وصف الخوارزم لغة دقيقة، لا تحتمل عباراتها اي لبس، ولها قراءة واحدة فقط مهما كان المنفذ الذي يقرأها وينفذها، وفي سياق كتابة الخوارزم، يجب على واضع الخوارزم ان يتأكد جيدا من قدرة المنفذ على الفهم الدقيق لكل ما يُ ستعمل من كلمات ورموز وتعابير،

فمثلا، اذا كانت اللغة قد عرفت ان الرمز **=** يستعمل فقط لشحن متغيرة ما بقيمة ما، فلا يمكن استعمال هذا الرمز للمقارنة بالمساواة بين عددين، واذا كانت اللغة عرفت ان الرمز **==** يستعمل فقط للمقارنة بين قيمتين طبيعيين او صحيحين او حقيقيين او منطقيتين، فلا يمكن ان يستعمل هذا الرمز للمقارنة بين اسمين (اي سلسلتين من الحروف) او لوضع قيمة ما في متغيرة ما، والأمثلة التالية توضح خاصية **دقة اللغة**.

المثال الأول: انطلاقا من التعريف السابق لرمز المساواة ==

- يمكننا كتابة العبارة "**وزن_خالد == وزن_اسماعيل**"، ومعناها :

  هل القيمة الطبيعية الممثلة للوزن والمخزنة في المتغيرة المسماة "**وزن_خالد**"

  تساوي

  القيمة الطبيعية الممثلة للوزن والمخزنة في المتغيرة المسماة "**وزن_اسماعيل**".
- لا يمكننا كتابة العبارة (**اسم_المدير ==** "**عمر**")، ومعناها:هل السلسلة من الحروف الموجودة في المتغيرة المسماة "**اسم_المدير**" تساوي السلسلة الثابتة "**عمر**"، وهذا لكون الرمز == قد عرف وحدد استعماله فقط لمقارنة قيمتين منتميتين للأعداد الطبيعية او الصحيحة او الحقيقية، او المنطقية، ولم تُعرفوتُحدد كيفية استعمال هذا الرمز لمقارنة كلمات او اي سلاسل من الحروف.

المثال الثاني: اذا اردنا ان نقارن بين عددين طبيعيين فلا يمكن ان ننتظر ما نصبو اليه بكتابة التعليمة "**(وزن_خالد = 120)**"، فالرمز = قد عرف على انه رمز لعملية يتم بموجبها وضع

(او تخزين او شحن) قيمة ما في متغيرة ما ولم يعرف على انه رمز لمقارنة قيمتين منتميتين للأعداد الطبيعية، فتنفيذ التعليمة "**(وزن_خالد = 120)**" لا ينتج احدى القيمتين المنطقيتين : **صحيح** او **خطأ**، بل يغير محتوى المتغيرة المسماة "**وزن_خالد**"، فيمحو القيمة التي كانت فيها، ويخزن بدلها القيمة 120.

2 -1: الهيكلة الدقيقة:

لكتابة نص اي خوارزم، يجب اتباع اسلوبا معينا ودقيقا تتضح جليا من خلاله الملامح الكبرى للخوارزم، و من اهم هطذه الملامح:

- **حدود نص الخوارزم:** اي، من اين يبدأ نص الخوارزم واين ينته.
- **اسم الخوارزم** واين يكتب.
- **منافذ الخوارزم** (مداخل و مخارج) ، واين توضع.
- **حدود التعليمات:** اين تبدأ كل تعليمة واين تنته.
- **التعليمة الأولى** واين تقع.
- **نهاية مسلك ما** و كيف يشار اليه.
- الخ ...

3 - اسلوب كتابة الخوارزميات وهيكلتها

يحتوي اي تعبير نصي لأي خوارزم على المكونين الأساسيين التاليين:

- "**رأس الخوارزم**" الذي يظهر في بداية النص.
- **و"جسد الخوارزم"**، والذي يلي مباشرة رأس الخوارزم.

3 – 1 رأس الخوارزم

يحتوي رأس الخوارزم على عدة معلومات، اهمها:

- **اسم الخوارزم**.
- **منافذ الخوارزم** التي تمكنه من التفاعل مع العالم الخارجي.

وتكون منافذ الخوارزم على شكلين: **المداخل** و**المخارج**، فالمداخل تمكن من ايصال معلومات المحيط الى الخوارزم، اما المخارج فمنها يوفر الخوارزم، للمحيط، النتائج التي توصل اليها.

2 - 1 – 1 كيفية كتابة رأس الخوارزم

تستعمل صيغ عديدة في كيفية كتابة رأس الخوارزم، و نتبع فيما يلي صيغة تفي بالمرحلة، وستثرى وتعدل هذه الصيغة فيما بعد.

يتكون رأس الخوارزم من كلمة "**خوارزم**" متبوعة باسم الخوارزم متبوع بقوسين (النص 1)

ويتكون اساسا اسم الخوارزم من سلسلة غير منقطعة من الأحرف الأبجدية، ويمكن ادراج الأرقام و حرف التسطير (_) في الاسم، فمثلا، اسم خوارزم النص 1 هو **تهيئة_السيارة_للإقلاع**، ونرى جليا في هذا المثال استعمال حرف التسطير لتفادي انقطاع سلسلة الأحرف وكذلك لإبراز الكلمات المكونة للاسم.

و يكتب القوسين مباشرة بعد اسم الخوارزم، ويكونان في الغالب ملتصقتين باسم الخوارزم، فان كان للخوارزم منافذ، توصف هذه المنافذ داخل القوسين، وان لم يكن هناك اي منفذ، يكتب القوسين فارغين كما يظهر في النص 1.

خوارزم تهيئة_السيارة_للإقلاع()

النص 1 كيفية اولى لكتابة رأس الخوارزم

2 - 1 – 2 الرأس هو الواجهة الخارجية للخوارزم

ويعتبر رأس الخوارزم بدون كلمة **خوارزم**، اي اسم الخوارزم وما يتبعه من قوسين ووصف للمنافذ، الواجهة الخارجية للخوارزم، ومعرفة الواجهة، اي رأس خوارزم، يكف لاستعماله من قبل الخوارزميات الأخرى، فمثلا، اذا اراد خوارزم اول، رأسه **خوار_اول()** الاستفادة من خدمة خوارزم ثان رأسه **خوار_2()**، فيكفي الأول معرفة رأس الثاني ليستعمله كتعليمة من تعليماته (النص 2)، وهكذا اذا وجدت آلية التنفيذ في نص الخوارزم الأول تعليمة تشير الى اسم الخوارزم الثاني، تشرع آلية التنفيذ في تنفيذ الخوارزم الثاني، وبعد الانتهاء من تنفيذ الخوارزم الثاني، تنتقل النتيجة التي يتحصل عليها هذا الأخير الى الخوارزم الأول ليستفيد منها.

في النص 2 صيغ متساوية لتعليمة طلب تنفيذ الخوارزم **خوار_2()**، في الصيغة الأولى، وهي الأكثر شيوعا، يكتب فقط رأس الخوارزم، اما في الصيغ الباقية، تضاف الى الواجهة كلمة طلب التنفيذ، ككلمة **"نفذ"** او **"ناد"** او غيرها، وفيما يخصنا سوف نستعمل الصيغة الأولى.

خوار_2()	نفذ خوار_2()	ناد خوار_2()

النص 2 : بعض الصيغ لتعليمة طلب تنفيذ الخوارزم خوا_2

2 - 1 – 3 كيفية كتابة منافذ الخوارزم

المنافذ على شكلين: **المداخل والمخارج**.

مداخل الخوارزم تمكنه من الحصول على المعطيات التي يحتاجها في عمله، فإذا كان للخوارزم مداخل، وجب على من يريد استغلاله ان يوفر المعطيات المناسبة في كل المداخل.

اما **مخارج** الخوارزم فإنها تستعمل لإبلاغ مستغلي الخوارزم بالنتائج التي تحصل عليها الخوارزم بعد اتمام تنفيذه.

تَعُرفُ منافذ الخوارزم في رأسه بين القوسين، وهناك صيغ متعددة لكيفية كتابة المنافذ، وفي فترة اولى نتبع الصيغة العامة التالية (الجدول 1) والتي سوف نثريها فيما بعد:

- تكُتب المداخل دائما قبل المخارج.
- ان كان للخوارزم مداخل، نستعمل كلمة **مداخل** متبوعة بنوعية المعطيات التي يمكن وضعها في المداخل، متبوعة بنقطتين، ثم نسرد قائمة المداخل، اي أسماء المداخل، ونستعمل فاصلة بين اسمين متتاليين.
- ان كان للخوارزم مخارج، نستعمل كلمة **مخارج** متبوعة بنوعية النتائج المنتظرة من الخوارزم متبوعة بنقطتين، ثم نسرد قائمة أسماء المخارج ونستعمل فاصلة بين اسمين متتاليين.
- في حالة ما اذا احتوى الرأس على مداخل من انواع مختلفة (مثلا: مداخل طبيعية ومداخل منطقية) ومخارج من انواع مختلفة، نستعمل فاصلة منقوطة بينهم.

شكل الرأس	كيفية كتابة الرأس
رأس فارغ	**خوارزم أسم_الخورزم ()**
رأس بمداخل يمكن ان نضع فيها قيم طبيعية	**خوارزم أسم_الخورزم (مداخل طبيعية: قائمة المداخل)**
رأس بمداخل يمكن ان نضع فيها قيم طبيعية و بمداخل يمكن ان نضع فيها قيم منطقية	**خوارزم أسم_الخورزم (مداخل طبيعية: قائمة المداخل؛ مداخل منطقية: قائمة المداخل؛)**
رأس بمخارج يمكن ان تتحصل من خلالها على نتائج هي في حقيقتها قيم حقيقية	**خوارزم أسم_الخورزم (مخارج حقيقية: قائمة المخارج)**
رأس بمخارج يمكن ان تتحصل من خلالها على نتائج هي في حقيقتها قيم حقيقية و بمخارج تتحصل من خلالها على قيم منطقية	**خوارزم أسم_الخورزم (مخارج حقيقية: قائمة المخارج؛ مخارج منطقية: قائمة المخارج)**
رأس فيه: مداخل طبيعية، مداخل حقيقية، مخارج طبيعية و مخارج تنتج سلاسل من الحروف	**خوارزم أسم_الخورزم (مداخل طبيعية: قائمة المداخل ؛ مداخل حقيقية: قائمة المداخل ؛ مخارج طبيعية: قائمة المخارج ؛ مخارج سلاسل حروف : قائمة المخارج)**

جدول 1: كيفية كتابة منافذ الخوارزم

2 – 1 – 4 كيفية طلب تنفيذ خوارزم فيه منافذ: مداخل و مخارج

في الفقرة **2 - 1 – 2** وارتكازا على النص 2 رأينا كيفية كتابة طلب تنفيذ خوارزم لا يملك اي منفذ، اي ان القوسين المصاحبين لاسم الخوارزم فارغين عند تعريف رأسه، وفي هذه الفقرة نقدم كيفية طلب تنفيذ خوارزم يمتلك مداخل او مخارج او كليهما.

عند كتابة نص خوارزم ما، ونشير اليه بالخوارزم الأولي، حدد كاتب الخوارزم المنافذ و عرف شكلها، وفي سياق كتابة نص خوارزم ثان، نرى في مرحلة ما أن الخوارزم الثاني يحتاج الى ما يقوم به

الخوارزم الأول، فنكتب هنا طلب تنفيذ الخوارزم الأول، وبما ان الخوارزم الأول له منافذ، فهناك قواعد يجب احترامها عند طلب تنفيذ الخوارزم الأول من قبل الخوارزم الثاني و هي:

- على للخوارزم الثاني توفير ما يحتاجه الخوارزم الأول في مداخله ان كان له مداخل، وفي هذه الحالة يضع الخوارزم الثاني القيم المناسبة في كل مدخل من مداخل الخوارزم الأول، والقيم التي يضعها في كل مدخل يمكن ان تكون اما قيمة ثابتة واما متغيرة تحتوي على القيمة التي نريد وضعها في المدخل.

- يجب ان تكون القيمة التي توضع في مدخل ما مناسبة لشكل (او نوع) المدخل، فمثلا اذا كان شكل المدخل لا يحتمل الا الأعداد الطبيعية الموجبة، فلا يمكن ان نضع في المدخل قيم طبيعية سالبة، وان كان الشكل لا يحتمل الا الأعداد بين 10 و 20 فلا يمكن ان نضع عددا اكبر من 20 او اصغر من 10، واذا كان شكل المدخل لا يحتمل الا الأسماء، وهي سلاسل من الحروف، فلا يمكن ان نضع في المدخل قيمة طبيعية او قيمة حقيقية.

- على الخوارزم الثاني ان يلتقط ما ينتجه الخوارزم الأول عبر مخارجه، ولبلوغ هذا الهدف يجب على الخوارزم الثاني توفير آلية لالتقاط ما ينتجه الخوارزم من قيم في مخارجه، وهذه الآلية تتمثل في متغيرات مناسبة ، اي ان نوع المعطيات التي تتحملها المتغيرة يجب ان يكون مناسبا لنوع القيم التي تنتجها المخارج، وبعبارة اخرى، يجب على المتغيرة التي وضعت في مخرج ما ان تكون قادرة على تحمل ما ينتجه الخوارزم من قيم عبر ذاك المخرج، فمثلا اذا كانت المتغيرة موجهة لحمل الأسماء (وهي سلاسل من الحروف)، فلا يمكن وضعها في مخرج تخرج منه قيم حقيقية.

2 – 1 – 5 مثال توضيحي

لنفرض اننا نريد انجاز خوارزما هدفه حل معادلات من الدرجة الثانية التي تكتب على الصيغة العامة التالية:

أس^2 + بس + ج = 0.

تحديد اسم للخوارزم: اولا، يجب علينا توفير اسم لهذا الخوارزم، وفي العموم يدل الاسم على مهمة الخوارزم، فليكن **حل_معادلة_د2** هو اسم هذا الخوارزم.

تحديد المداخل (اسماءها و انواعها): يجب على الخوارزم ان يوفر مداخل قابلة لالتقاط المعاملون ا، **ب** و **ج**، ونسمي هذه المداخل كما يلي: **"الفا"**، **"باء"** و **"جيم"**.

تحديد المخارج (اسماءها و انواعها): يجب ان يكون للخوارزم مخارج قادرة على توفير اخراج المعلومانت التالية: هل هناك حل ام لا، قيمة الحل الأول وقيمة الحل الثاني، وهذه المعلومات توفر عبر المخارج التي نسميها كما يلي: **"حالة_الحل"**، **"س1"** و**"س2"** .

وبهذا يصبح رأس الخوارزم على الشكل التالي:

خوارزم حل_معادلة_د2 (**مداخل حقيقية:** الف، باء، جيم ؛ **مخارج طبيعية:**حالة_الحل؛ **مخارج حقيقية** س1، س2)

يفيد المخرج "**حالة_الحل**" بوجود حل، او حلين او عدم وجود اي حل، وفي هذا الخوارزم جعلنا المخرج "**حالة_الحل**" يحتمل القيم الطبيعية، والقيم الطبيعية التي تهمنا كالتالي:

- ان كان للمعادلة حلا واحدا، يضع الخوارزم **حل_معادلة_د2** القيمة 1 في المخرج **حالة_الحل**. وتكون بذلك قيمة المخرج **س1** هي الحل، وفي هذه الحالة لا معني لما في المخرج **س2.**
- ان كان للمعادلة حلين ، يضع الخوارزم **حل_معادلة_د2** القيمة 2 في المخرج **حالة_الحل**، وتكون بذلك قيمة المخرج **س1** و قيمة المخرج **س2** هما الحلين.
- ان لم يكن للمعادلة حل ، يضع الخوارزم **حل_معادلة_د2** القيمة 0 في المخرج **حالة_الحل**، وفي هذه الحالة لا معني لما في المخرجين **س1** و **س2.**

لنفرض الآن انه يوجد خوارزما ثانيا يحتاج في بعض مراحله ما ينجزه الخوارزم **حل_معادلة_د2** ، ففي كل مرحلة يحتاج فيها الخوارزم الثاني الخوارزم **حل_معادلة_د2** نكتب طلب تنفيذ الخوارزم الأول، وها هي بعض الصيغ التي تكب بها طلبات تنفيذ الخوارزم الأول :

صيغة اولى: نضع قيم ثابتة في المداخل و نوفر متغيرات في المخارج:

في هذه الصيغة، يطلب الخوارزم الثاني من الأول حل المعادلة **2س^2 + س -1 = 0**، ويريد الثاني ان يلتقط الإجابات من الأول في المتغيرات التالية: **"حل"**، **"ن1"** و **"ن2"**، فتكون كتابة طلب تنفيذ الخوارزم الأول على الشكل التالي:

حل_معادلة_د2 (2، 1، -1، حل، ن1، ن2)

في هذا الطلب يضع الخوارزم الثاني القيم 2 ، 1 و -1 في المداخل "**الفا**"، "**باءْ**" و "**جيم**"، ويوفر في المخارج ثلاث متغيرات هي: "**حل**"، "**ن1" و "ن2**"، وعند بداية تنفيذ هذا الطلب يلتقط الخوارزم الأول القيم 2 ، 1 و -1 من مداخله، ثم يبدأ بالعمل لحل المعادلة، وعند اتمام عمله، يضع الخوارزم الأول النتائج التالية في مخارجه: القيمة 2 في المخرج "**حالة_الحل**"، والقيمة 2 في المخرج "**س1**" والقيمة -4 في المخرج "**س2**"، وبعد انتهاء الخوارزم الأول من عمله، يلتقط الخوارزم الثاني النتائج التالية: 2 في المتغيرة "**حل**" التي وضعت في المخرج "**حالة_الحل**"، والقيمة 2 في المتغيرة "**ن1**" التي وضعت في المخرج "**س1**" والقيمة -4 في المتغيرة "**ن2**" التي وضعت في المخرج "**س2**"، وعند تفحص محتوى المتغيرة "**حل**" يعلم الخوارزم الثاني ان القيمة الموجودة في المتغيرة "**حل**" هي 2، اي ان للمعادلة التي اعطاها للخوارزم الأول حلين.

وفي نفس هذا الإطار وفي نفس الخوارزم اذا وجدنا الكتابة

حل_معادلة_د2 (2، -1، 4، عدد_الحلول، حل1، حل2)

فمعني هذا ان الخوارزم الثاني يطلب من الخوارزم "**حل_معادلة_د2**" حل للمعادلة **2س^2 - س + 4 = 0**، ويريد ان يلتقط الإجابات في المتغيرات التالية: "**عدد_الحلول**"، "**حل1**" و "**حل2**"

> تنبيه: في الكتابة **حل_معادلة_د2 (2، 1، -1، حل، ن1، ن2)**، وضعنا قيم طبيعية في المداخل التي تحتمل قيم حقيقية، وهذا امر صحيح اذا اعترفنا ان الاعداد الطبيعية هي جزء من الأعداد الحقيقية، وهذا هو حال اكثر لغات البرمجة ولغات الخوارزميات، اما اذا فرقنا بين المجموعنين، وقلنا ان ا لأعداد الطبيعية شيئ والأعداد الحقيقية شيئ آخر، فالكتابة الصحيحة في هذه الحالة هي:
> **حل_معادلة_د2 (2.0، 1.0، -1.0، حل، ن1، ن2)**

صيغة ثانية: نضع في المداخل قيم ثابتة و متغيرات و نوفر متغيرات في المخارج:

اذا افترضنا ان "**باء_01**" و "**تاء_01**" متغيرتين تحتويان على التوالي على القيم -4 و 6، فان الكتابة:

حل_معادلة_د2 (2، باء_01، تاء_01، حل، ن1، ن2)

تطلب من الخوارزم الأول حل المعادلة **2س^2 -4س + 6 = 0**

صيغة ثالثة: نضع في المداخل متغيرات و نوفر متغيرات في المخارج:

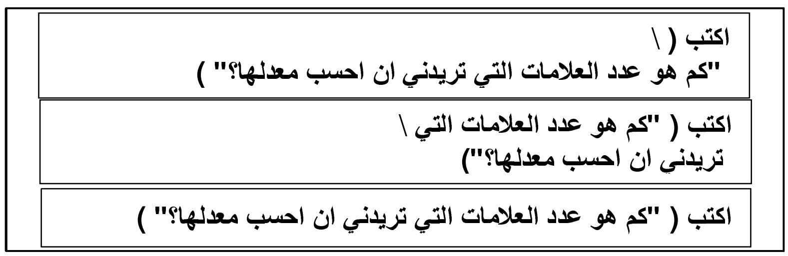
إذا افترضنا ان "**الف_01**"، "**باء_01**"، و "**تاء_01**" ثلاث متغيرات تحتوي على التوالي على القيم 4 و 3 و -12، فان الكتابة:

حل_معادلة_د2 (الف_01، باء_01، تاء_01، حل، ن1، ن2)

تطلب من الخوارزم الأول حل المعادلة **4س^2 + 3س - 12 = 0**

2 – 2 جسد الخوارزم

يحتوي جسد الخوارزم على **تعليمات** الخوارزم، وتكتب التعليمات واحدة تلو الأخرى، ويجب استعمال آلية ما لتحديد بداية ونهاية كل تعليمة، فمثلا في بعض الأساليب تكتب تعليمة واحدة في كل سطر، واذا لم يكف سطر لاحتواء كتابة التعليمة، يستعمل واضع الخوارزم آلية، تفيد بأن ما يكتب في السطر التالي انما هو تتمة للسطر الحالي، والآلية اكثر اتباعا تتمثل في استعمال الحرف \ في آخر السطر كإشارة ان السطر التالي تابع للحالي، كما يظهر في الكتابتين الأوليتين، من الشكل 1 ، وكل كتابات الشكل 1 متساوية.



الشكل 1 تعليمة واحدة في كل سطر: كتابات متساوية

في اساليب اخرى، يستعمل حرف خاص، كحرف الفاصلة المنقوطة (؛) للتدليل على نهاية كتابة تعليمة ما، وفي هذه الحالة، اذا كانت التعليمة طويلة بشكل لا يمكن لسطر استيعابها يكون استعمال الحرف / غير ضروري، كما يظهر الشكل 2.

اكتب ("كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟")؛
اكتب ("كم هو عدد العلامات التي \\ تريدني ان احسب معدلها؟") ؛
اكتب (\\ "كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟") ؛
اكتب ("كم هو عدد العلامات التي تريدني ان احسب معدلها؟") ؛

الشكل 2 : الحرف ؛ هو نهاية التعليمة : كتابات متساوية

تنبيه: فيما يخصنا، سوف نستعمل الطريقتين، فان كانت التعليمة وحيدة في السطر تصبح الفاصلة المنقوطة غير ضرورية، اما اذا وضعنا في السطر اكثر من تعليمة، وجب التفريق بينهم بالفاصلة المنقوطة، ويمكن عدم استعمال الفاصلة المنقوطة في آخر السطر مع آخر تعليمة في السطر.

2 – 3 كتل التعليمات و هيكلة الخوارزم

اذا كانت المسالك التي يحتويها خوارزم ما تظهر بشكل جلي في خرائط الانسياب (في الخريطة نرى جليا التعليمات التي تتبع نفس المسلك) فان رأية وتتبع هذه المسالك في التعبير النصي ليس بالأمر السهل اذا كان هذا التعبير يفتقد الى هيكلة تبرز بوضوح التعليمات ومسالكها، ومن اجل ابراز المسالك ولتيسير إدراكها والفهم السريع لبنية الخوارزم، ادخلت آلية **كتل التعليمات** في كتابة الخوارزميات.

2 - 3 – 1 تعريف كتلة التعليمات

الكتلة هي مجموعة من التعليمات تابعة لنفس المسلك و تمتاز بما يلي:

- للكتلة حدّين لإظهار بدايتها و نهايتها.
- تحتوي الكتلة على تعليمة واحدة او اكثر.
- يمكن لكتلة ما ان تكون مكونة من كتل أخرى، و نسميها الكتل الداخلية.

تنبيه: يمثل جسد الخوارزم **الكتلة الأولى** او **الكتلة الأصلية**، وهي **أكبر كتلة** في الخوارزم، وهي التي تحتوي على كل الكتل الأخرى التابعة للخوارزم.

2 – 3 – 2 اساليب كتابة التعليمات و الكتل

يُ تبع في هيكلة كتابة الخوارزميات وابراز كتل التعليمات اسلوبين:

- ترقيم التعليمات,
- اظهار كتل التعليمات بدون ترقيمها .

ترقيم التعليمات (النص 3، النص 4):

يُ ظهر الترقيم مستويات عدة، وكل مستوى يعبر عن مسلك ما.

- المستوى الأول مكون من رقم واحد، ويشير الى المسلك الأولي او الرئيسي للخوارزم.
- المستوى الثاني مكون من رقمين وهو مستوى داخل المستوى الأول، ويعبر عن مسلك داخل المسلك الرئيسي للخوارزم، فالرقم الأول هو رقم المسلك الرئيسي، والثاني هو رقم مسلك داخلي للمسلك الرئيسي، وقد اشرنا من قبل ان الكتلة المعبرة عن مسلك ما، يمكن ان تكون مكونة من عدة كتل داخلية، كل كتلة تعبر عن مسلك داخلي.
- المستوى الثالث من ثلاثة ارقام، الخ

وهكذا، كلما ادخل كاتب اخوارزم مستوى جديد، او مسلك جديد دلخلي، يضيف رقم الى الترقيم، ويبدأ كل مستوى بالرقم 1.

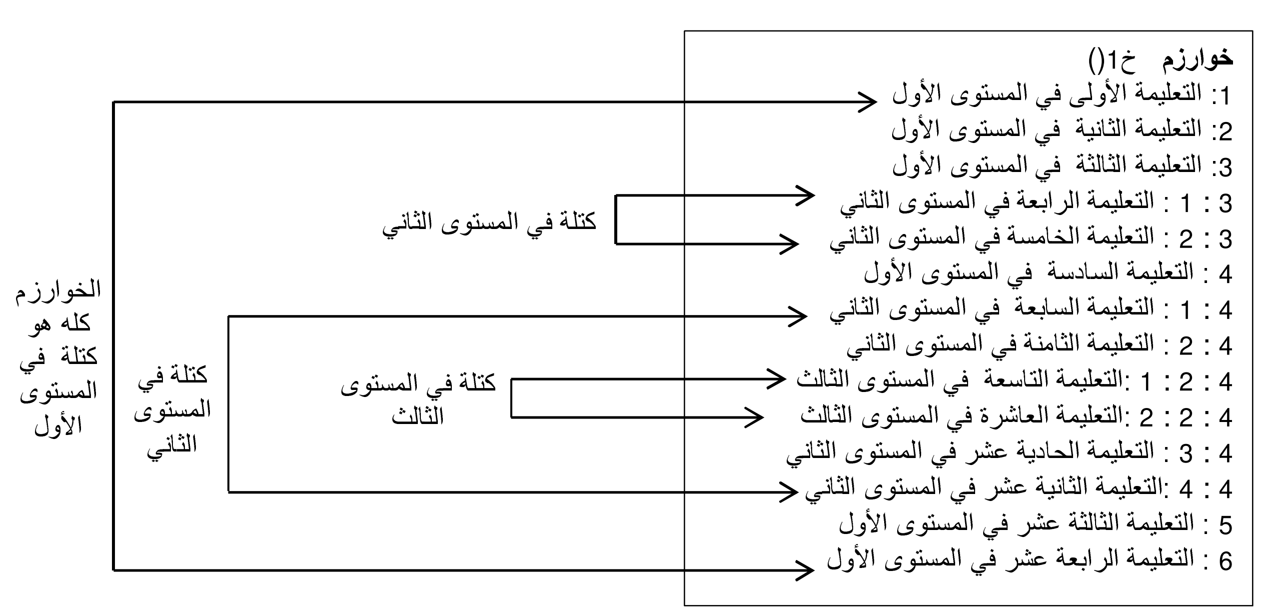
في هذا الأسلوب يكون لكل تعليمة رقم يميزها عن باقي التعليمات، ولكل كتلة مستوى من الترقيم، ويُ نبأ كل مستوى في الترقيم عن وجود كتلة تعليمات،فكلما اُنشأت كتلة جديدة، يدرج مستوى جديد في الترقيم.

وهكذا، فإن الخوارزميات التي تحتوي على اكثر من مسلك، تستعمل اكثر من مستوى في تكتل التعليمات وفي الترقيم، **ففي المستوى الأول** من الترقيم، نجد كتلة واحدة، وهي التي تمثل جسد الخوارزم، وكأمثلة، نجد في هذه الكتلة وفي هذا المستوى من الترقيم، الرقم 1 الذي تبدأ به الكتلة، والرقم 2 والرقم 3 الخ، ففي النص 3 يستعمل المستوى الأول الأرقام من 1 الى 6.

في المستوى الثاني يمكن ان نجد داخل المستوى الأول كتلة داخلية واحدة او اكثر، فتكون كل هذه الكتل في المستوى الثاني من الترقيم، فتستعمل كل هذه الكتل الداخلية رقمين لترقيم تعليماتها، فعلى سبيل المثال نجد في النص 3 كتلتين من المستوى الثاني: الكتلة من (3 : 1) الى (3 : 2) والكتلة من (4 : 1) الى (4 : 4).

ملاحظة: فيما بعد نستعمل النجمة للإشارة الى كل التعليمات والكتل الدخلية الموجودة في كتلة ما، فالكتابة * معناها كل ما في المستوى الأول من تعليمات وكتل داخلية، والكتابة (3: *) تشير الى كل تعليمات والكتل الداخلية للكتلة 3 و الكتابة (4: *) تشير الى كل التعليمات والكتل الداخلية للكتلة 4.

ويمكن لكل كتلة في المستوى الثاني ان تحتوي على كتل من المستوى الثالث، فمثلا، في النص 3، الكتلة (3: *) لا تحتوي على اي كتلة داخلية، اما الكتلة (4:*) فتحتوي على كتلة واحدة من المستوى الثالث وهي الكتلة (4 : 2: *) التي تبدأ من (4 : 2 : 1) وتنته عند (4 : 2 : 2).



النص 3 : كتابة نموذجية للترقيم الكلي

خوارزم تهيئة_السيارة_للإقلاع()
1 : راقب مستوى زيت المحرك
2 : **إذا كان** المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به
2 : 1 : حدد الكمية الواجب اضافتها،
2 : 2 : حضر الكمية الواجب اضافتها
2 : 3 : ضف الكمية الى المحرك
2 : 4 : راقب مستوى زيت المحرك
2 : 5 : إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به،
2 : 5 : 1 : **رجع** "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في خزان الزيت"
3 : راقب مستوى البنزين
4 : إذا كان خزان البنزين فارغا،
4 : 1 : ارجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غياب البنزين"
5 : ارجع " السيارة صالحة للإقلاع"

النص 4 : كتابة نص خوارزم تهيئة_السيارة_للإقلاع بالترقيم الكلي

في الغالب، تُستعمل طريقة الترقيم الكلي لوصف المراحل الكبرى التي يمر بها خوارزم ما، ومثل هذه الأوصاف، اي المراحل الكبرى، تكون في الغالب غير معقدة وتحتوي على عدد قليل من المسالك والتعليمات، ولا يتعدى مستوى الترقيم فيها مستويين.

تنبيه : في طريقة الترقيم لا يمكن كتابة اكثر من تعليمة في السطر الواحد، وهذه الطريقة قليلة الاتباع، واكثر من يستعملها المختصون في ميادين علمية غير ميدان المعلوماتية، وهذا لسهولة فهمها خاصة عندما ينص الخوارزم على المراحل الكبرى فقط.

> **تنبيه**: نستعمل في هذا الكتاب طريقة الترقيم كمرحلة اولى فقط من مراحل تعليم علم الخوارزميات، فالترقيم كما سنرى فيما بعد غير ضروري لإبراز هيكل الخوارزم ومسالكه، واذا زاد مستوى الكتل على اثنين يصبح التحكم في وصف الخوارزم امرا صعبا للغاية.

خوارزم خ1()
البداية
التعليمة الأولى في المستوى الأول
التعليمة الثانية في المستوى الأول
التعليمة الثالثة في المستوى الأول
البداية
التعليمة الرابعة في المستوى الثاني
التعليمة الخامسة في المستوى الثاني
النهاية
التعليمة السادسة في المستوى الأول
البداية
التعليمة السابعة في المستوى الثاني
التعليمة الثامنة في المستوى الثاني
البداية
التعليمة التاسعة في المستوى الثالث
التعليمة العاشرة في المستوى الثالث
النهاية
التعليمة الحادية عشر في المستوى الثاني
التعليمة الثانية عشر في المستوى الثاني
النهاية
التعليمة الثالثة عشر في المستوى الأول
التعليمة الرابعة عشر في المستوى الأول
النهاية

كتلة في المستوى الثاني

كتلة في المستوى الثالث

كتلة في المستوى الثاني

الخوارزم كله هو كتلة في المستوى الأول

النص 5 : كتابة نموذجية للهيكلة المبنية على ابراز أعماق الكتل

اظهار كتل التعليمات بدون ترقيمها (النص 5، النص 6)

تعتبر الكتابة التي تظهر الكتل وأعماقها دون اللجوء الى أي ترقيم، الطريقة المفضلة عند المختصين في مختلف علوم المعلوماتية، ففيها يحرص واضع الخوارزم على ابراز عمق كل كتلة، وبذلك تظهر جليا للعيان مختلف الكتل والمسالك، ولبلوغ هذا الهدف:

- **تّستعمل كلمات او حروف خاصة لتبيان بداية ونهاية كل كتلة**:ففي بعض الكتابات تُستعمل الكلمتين "**البداية**" و "**النهاية**" ، و تستعمل كتابات اخرى الحاضنتين { و }، كماتُستعمل الكلمتين ("**البداية**" و "**النهاية**") او الحاضنتين لإبراز جسد الخوارزم، فجسد الخوارزم هو الكتلة الأصلية والأكبر (النص 5، النص 6)، و فيما يلي، و لفترة اولى سوف نستعمل الكلمتين "**البداية**" و "**النهاية**" في هذا الكتاب.
- **يُ تبع اسلوبا محددا لإبراز الكتل**، وفي هذا الأسلوب يحرص الكاتب على ابراز محتوى كل كتلة بإبراز عمقها، فيدفع محتوى الكتلة الى الداخل (اي الى اليسار اذا كتب الخوارزم باللغة العربية او الى اليمين ان كتب بالإنجليزية) بمسافة ثابتة عن الموضع الذي تكتب فيه كلمتي "**البداية**"

و"**النهاية**"، وبهذا تُميز كتلة ما بشكل واضح عن باقي الكتل، فتظهر جليا الكتل الموجودة داخل كتلة اخرى.

-

تنبيه: لا تستعمل طريقة اظهار الكتل ترقيم التعليمات الا في حالات شاذة ونادرة و بصفة محدودة جدا، وفي الغالب يوحي استعمال الترقيم في هذه طريقة على ضعف في فهمها واستيعابها.

```
خوارزم تهيئة_السيارة_للإقلاع()
البداية
| راقب مستوى زيت المحرك
| إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به نفذ ما يلي
| البداية
| | حدد الكمية الواجب اضافتها
| | حضر الكمية الواجب اضافتها
| | ضف الكمية الى المحرك
| | راقب مستوى زيت المحرك
| | إذا كان المستوى اقل من المستوى الادنى المسموح به
| | البداية
| | | رجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب عيب في خزان الزيت"
| | النهاية
| النهاية
| راقب مستوى البنزين
| إذا كان خزان البنزين فارغا نفذ ما يلي
| البداية
| | ارجع "السيارة غير صالحة للإقلاع بسبب غياب البنزين"
| النهاية
| ارجع " السيارة صالحة للإقلاع"
النهاية
```

النص 6 :كتابة نص خوارزم تهيئة_السيارة_للإقلاع بإبراز عمق الكتل

2 – 4 : من اين يبدأ الخوارزم و اين ينته

للخوارزم **بداية واحدة فقط**، تسمى **نقطة الدخول** او **نقطة الانطلاق**، وهي التعليمة التي يبدأ منها اجباريا تنفيذ الخوارزم مهما كانت الظروف التي تحيط بتنفيذ الخوارزم، وتكون هذه البداية متمثلة في **التعليمة الأولى التي تظهر في كتابة جسد الخوارزم**، وهي نقطة انطلاق المسلك الرئيسي.

و للخوارزم نهاية واحدة او أكثر، وتسمى نهاية ما **بنقطة الرجوع**، او **نقطة الخروج**، او **نقطة المغادرة**، وهكذاُ مكن لآلية التنفيذ ان تغادر تنفيذ الخوارزم من اكثر من نقطة في الخوارزم حسب الحالة التي توصل اليها الخوارزم .

2 – 5 : تعليمة انهاء تنفيذ الخوارزم

لو كان للخوارزم نقطة خروج واحدة لجعلناها آخر تعليمة تكتب في جسد الخوارزم، اي تلك التي تسبق لفظ **النهاية**، وبما ان الخوارزم يمكنه احتواء اكثر من نقطة مغادرة، اصبح من الضروري ادخال تعليمة خاصة تفيد بإيقاف تنفيذ الخوارزم في اي نقطة يشاء كاتب الخوارزم، وتكتب في المواقع التي ينته عندها تنفيذ الخوارزم.

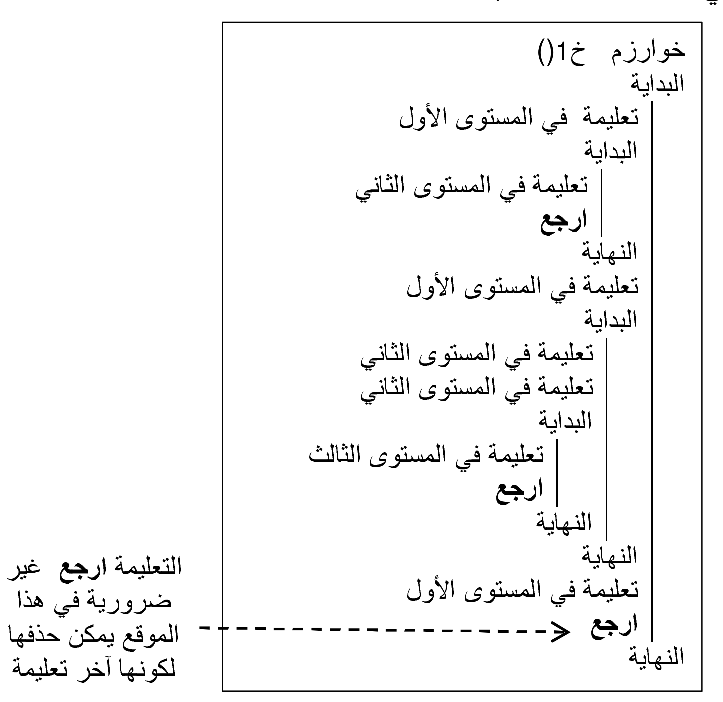
للتدليل على نهاية الخوارزم من اي نقطة في الخوارزم نستعمل لفظا يدل على هذا الهدف، كلفظ **خروج** أو **اخرج**، او **غادر**، او **ارجع**، وفي حالات كثيرة لا يستعمل هذا اللفظ اذا كانت نقطة الخروج هي آخر عملية تكتب في جسد الخوارزم، ويعتبر اللفظ **ارجع** من اكثر الألفاظ استعمالا.

فمثلا عندما يطلب خوارزم ما، نسميه **خوار_01**، تنفيذ خوارزم آخر نسميه **خوار_02**، تنتقل آلية التنفيذ الى الخوارزم **خوار_02** و تنفذه، وعندما تلتق آلية التنفيذ بالتعليمة **ارجع**، تنه فورا تنفيذ **خوار_02** وترجع لاستكمال تنفيذ **خوار_01**.

2 –6 : صيغ تعليمة انهاء تنفيذ الخوارزم

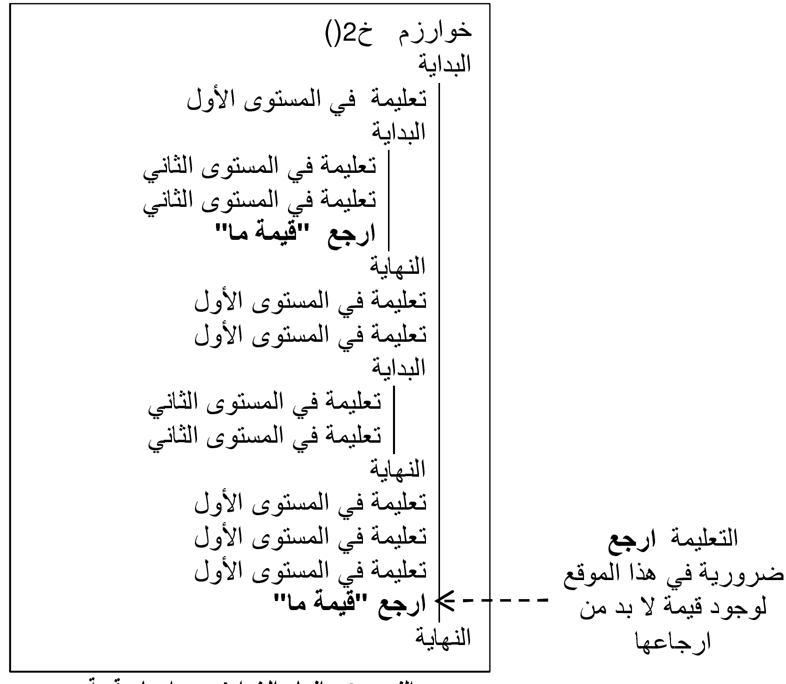
هناك صيغتان مشهورتان لإنهاء خوارزم ما والرجوع منه، وهتان الصيغتان لهما اثر مباشر على كيفية كتابة رأس الخوارزم، بل على نوعية الخوارزم نفسه.

الصيغة الأولى: في الصيغة الأولى (النص 7) تكون تعليمة الخروج مكونة فقط من لفظ واحد كلفظ **ارجع** او **خروج** او **غادر**، ولا يجب ذكر تعليمة الخروج اذا كانت آخر تعليمة تكتب في الخوارزم (مثلا تعليمة **ارجع** في نهاية النص 7).



النص 7 : انهاء الخوارزم بدون ارجاع أي قيمة

الصيغة الثانية: في الصيغة الثانية (النص 6 و النص 8)، تكون تعليمة الخروج مكونة من لفظ الخروج، وغالبا ما يكون **ارجع** هو اللفظ، متبوعا بقيمة ما، وتوضع هذه القيمة في مخرج آخر غير المخارج التي وصفت في رأس الخوارزم، ويسمى هذا المخرج **بمخرج الرجوع** او **منفذ الرجوع**.



النص 8 : انهاء الخوارزم مع ارجاع قيمة

الفرق بين الصيغتين:

- الصيغة الأولى لا تُخرج اي قيمة حين انتهاء الخوارزم فليس لها مخرج أخر غير المخارج التي تذكر في رأس الخوارزم.
- الصيغة الثانية تُنتج وتُخرج قيمة ما عند الانتهاء من تنفيذ الخوارزم، وتوفر هذه القيمة عبر **مخرج الرجوع** ، الذي يعتبر مخرجا اضافيا للمخارج التي صُرح بها في رأس الخوارزم.

تنبيه: تعتبر صيغة الخروج خاصية من خصائص اي خوارزم، فكل خوارزم يجب ان ينته في كل نقاط خروجه اما بالصيغة الأولى واما بالصيغة الثانية، والقاعدة التي يجب ان تحترم في كتابة الخوارزميات هي **ان خوارزما ما لا يمكنه استعمال الصيغتين للتعبير عن نهايته، فلا بد لواضع الخوارزم ان يلتزم بإحداهما فقط في كتابة خوارزم ما.**

2– 7 :أثر صيغة تعليمة الخروج على نوعية الخوارزم

كيفية الخروج من الخوارزم تجعلنا نفرق بين نوعين من الخوارزميات:

- **الوظائف** : وهي الخوارزميات التي تنته بإرجاع قيمة ما، اي تلك التي تستعمل تعليمة الخروج متبوعة بقيمة، ولها على الأقل منفذ واحد هو **منفذ الرجوع**.
- **الإجراءات:** هي الخوارزميات التي تنته بدون إرجاع قيمة ما، اي تلك التي تستعمل تعليمة الرجوع غير متبوعة بقيمة.

تنبيه: عندما يكون الخوارزم **وظيفة**، يجب ان ينته بتعليمة الرجوع **ارجع**، حتى و لو كان الخروج يتم بعد تنفيذ آخر تعليمة، اما اذا كان الخوارزم **اجراءا**، فيمكن عدم استعمال التعليمة **ارجع** في النقطة التي تمثل بآخر تعليمة كتبت في جسد الخوارزم.

2 – 8 :كيفية ابراز نوعية الخوارزم في النص

لإبراز نوعية الخوارزم عند كتابتهِ ندخل تعديلين في الكتابة السالفة لرأس الخوارزم:

التعديل الأول: في رأس **الخوارزم الإجرائي** نستعمل كلمة **اجراء** بدل كلمة **خوارزم**، كما يظهر في الأمثلة التالية، وهذه الصيغة هي لأكثر انتشارا.

رأس الإجراء	تعليق
اجراء خوار_04 ()	اجراء بدون منافذ
اجراء خوار_05 (مداخل: س1، س2)	اجراء بمنفذين هما المدخلين س1 و س2
اجراء خوار_06 (مداخل: س1، مخلرج:ك1، ك2)	اجراء بثلاث منافذ: المدخل س1، والمخرجين ك1 و ك2

التعديل الثاني: في **الخوارزم الوظيفي** نستبدل كلمة **خوارزم** باسم **يفيد عن نوعية القيمة** التي ترجعها الوظيفة عبر **منفذ الرجوع**، فمثلا اذا كانت القيمة التي ترجعها الوظيفة عبر **منفذ الرجوع** هي قيمة تنتمي الى الإعداد الطبيعية، نكتب مثلا كلمة **طبيعي** بدل كلمة **خوارزم**، كما يظهر في الأمثلة التالية.

رأس الإجراء	تعليق
طبيعي خوار_07 ()	وظيفة بمنفذ واحد فقط هو منفذ الرجوع، ومن خلاله يرجع الخوارزم قيمة طبيعية عند انتهاء تنفيذه.
حقيقي خوار_08 (مداخل: س1، س2)	وظيفة بثلاثة منافذ: المدخلين س1 و س2 و منفذ الرجوع ومن خلاله يرجع الخوارزم قيمة حقيقية عند انتهاء تنفيذه.
منطقي خوار_09 (مداخل: س1، مخلرج:ك1، ك2)	وظيفة بأربعة منافذ: المدخل س1، والمخرجين ك1 و ك2 و منفذ الرجوع ومن خلاله يرجع الخوارزم قيمة منطقية عند انتهاء تنفيذه.

المخرج الخاص بالوظائف: منفذ الرجوع

يدل اسم نوعية القيمة التي ترجعها الوظيفة على وجود مخرج آخر زيادة على المخارج التي توصف بين قوسين في رأس الخوارزم، فمثلا رأس الخوارزم "**طبيعي مثل_03(مداخل:** ا، **ب ؛ مخارج:ح، ك، م)**" يفيد ان عدد مخارج الخوارزم هو 4:

- المخارج "**ح**"، "**ك**" و "**م**" التي وصفت بين قوسين.

- المخرج المسمى **منفذ الرجوع** الذي يُشار اليه باسم نوعية القيمة التي يرجعها الخوارزم عند انتهاءه.

في النص 6 و النص 8، نرى جليا ان كلا الخوارزمين ينتهيان بإرجاع قيمة، هي سلسلة من الأحرف، فالخوارزميين وظيفتين وجب علينا ابراز نوعيتهما عند كتابتهما، وهذا بحذف كلمة خوارزم واستبدالها باسم نوعية القيمة التي ترجعها كل وظيفة، واذا فرضنا ان **"سلسلة_حروف"** هو اسم نوعية القيمة التي يرجعها خوارزم **تهيئة_السيارة_للإقلاع** (النص 6) فإن صيغة كتابة رأسه هي كالتالي:

"سلسلة_حروف تهيئة_السيارة_للإقلاع()"

ونفس الصيغة تتبع في كتابة رأس الخوارزم **خ2** (النص 8)، فتكون كالتالي:

"سلسلة_حروف خ2()"

و بما ان كلا الرأسين كتبا بدون ذكر اي مخرج بين القوسين، فان كلا الخوارزمين يتمتعان بمخرج واحد، هو **منفذ الرجوع** الذي أُشير اليه بنوعية القيمة التي يرجعانها، وهي **"سلسلة_حروف"**.

مثال توضيحي:

يمثل النص 9 خوارزما هدفه اما ايجاد حل لمعادلة من الدرجة الثانية او الإخبار بان المعادلة لا حل لها، فكما يظهر جليا من صيغة كتابة رأسه، فان الخوارزم **"حل_معادلة_د2"** هو في حقيقته **اجراء**، ونلاحظ ان كل تعليمات المغادرة، اي تعليمة **ارجع**، مكتوبة بدون اي قيمة، وان كتبت بقيمة ما، فمعنى هذا ان الكتابة خاطئة.

```
اجراء حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج ؛مخارج:حالة_حل، س1، س2)
البداية
    دلتا = ب*ب – 4*ا*ج
    اذا كانت (دلتا < 0)
    البداية
        حالة_حل = 0
        ارجع
    النهاية
    اذا كانت (دلتا == 0)
    البداية
        س1 = -ب/ 2*ا
        حالة_حل = 1
        ارجع
    النهاية
    س1 = (-ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*ا
    س2 = (-ب - جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*ا
    حالة_حل = 2
    ارجع
النهاية
```

النص 9 : اجراء حل معادلة من الدرجة الثانية

في بداية الخوارزم نلاحظ التصريح الضمني للمتغيرة المسماة "**دلتا**"، وشحنها بقيمة العبارة "**ب*ب – 4*ا*ج**"، ونلاحظ استعمال الرمز "=" لعملية شحن المتغيرات والرمز == لمقارنة قيمتين حقيقيتين.

وللإجراء "**حل_معادلة_د2**" ثلاثة مخارج ذكرت في الرأس و هي كالتالي:

- المخرج "**حالة_حل**" الذي يخبر عن نوعية الحل الذي توصل اليه الخوارزم، فمثلا اذا كان للمعادلة حلين، تكون 2 هي قيمة المخرج "**حالة_حل**"، واذا كان للمعادلة حلا واحدا، تكون 1 هي قيمة المخرج "**حالة_حل**"، واذا لم يكن للمعادلة حلا، تكون 0 هي قيمة المخرج "**حالة_حل**".
- المخرج "**س1**" الذي يوضع فيه الحل الأول، او الحل الوحيد.
- المخرج "**س2**" الذي يوضع فيه الحل الثاني.

في النص 10 اعيد كتابة الإجراء **حل_معادلة_د2** ليصبح وظيفة، وفي هذه الصيغة الجديدة، يرجع الخوارزم قيمة طبيعية، وهذه القيمة تنبأ عن وجود حل، او حلين او عدم وجود حل، وهكذا يلعب منفذ الرجوع دور المخرج **حالة_حل**، ولهذه السبب لم يذكر المخرج **حالة_حل** بين قوسين في الوظيفة (النص 10)، وهكذا في حالة عدم وجود حل، يرجع الخوارزم القيمة 0 عبر **منفذ الرجوع**، اما في حالة وجود حل واحد او حلين، فإنه يرجع القيمة 1 او القيمة 2 عبر **منفذ الرجوع**.

ونلاحظ في صيغة النص 10، ان التعليمات **اخرج** كلها مكتوبة ومعها قيمة طبيعية، واذا كتبت التعليمة بدون قيمة، تعتبر الكتابة خاطئة.

تنبيه: لا بد للوظيفة ان تنتهي بالتعليمة **ارجع و معها قيمة**، فإن كتبت وظيفة بدون تعليمة ارجع فان في الوظيفة خلل، ولا يمكن لأي مسلك في الوظيفة ان لا ينته بالتعليمة **ارجع**، فان وجد مسلك لا ينته بالتعليمة **ارجع**، فالمسلك و معه الخوارزم فيهما خلل.

```
طبيعي حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج ؛مخارج: س1، س2)
البداية
| دلتا = ب*ب – 4*ا*ج
| اذا كانت (دلتا < 0)
| البداية
| | ارجع 0
| النهاية
| اذا كانت (دلتا == 0)
| البداية
| | س1 = -ب/ 2*ا
| | ارجع 1
| النهاية
| س1 = (-ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*ا
| س2 = (-ب - جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*ا
| ارجع 2
النهاية
```

النص 10 وظيفة حل معادلة من الدرجة الثانية

2 – 9 :التعليقات

تحتوي بعض الخوارزميات على كتابات اضافية، تتجاهلها آلية التنفيذ ولا تعتبرها من تعليمات الخوارزم، وهدف هذه الكتابات التعليق باللغة الطبيعية على الخوارزم في مجمله او على بعض التعليمات او اضافة تفسيرات لبعض تراكيب الخوارزم والأفكار التي ادت الى كتابتها.

ومن بين التعليقات الشائعة نجد التعليق العام (النص 11)، ويكتب في العموم قبل رأس الخوارزم، ويحتوي معلومات عن من شارك في وضع الخوارزم، وهدف الخوارزم ، ومعلومات اخرى حول الملكية الفكرية وشروط السماح باستعماله.

وللتدليل على أن كتابة ما، هي تعليق يجب على المنفذ تجاهلها، يستعمل واضعوا الخوارزميات احرف خاصة تدل على بداية التعليق ونهايته، فكل ما يوجد ضمن هذه الحروف الخاصة لا تعتبر تعليمات يجب تنفيذها، بل كتابة لا تنتمي الى الخوارزم.

من بين الحروف الشائعة الاستعمال في احتواء التعليقات نجد (النص 11)

- الحرفين // : اذا وضعناهما في مكان ما من السطر، فيعتبر تعليقا كل ما يكتب بعدهما حتى نهاية السطر.
- الحرفين /* للتدليل على بداية التعليق و الحرفين */ للتدليل على نهاية التعليق: يعتبر تعليقا كل ما يكتب بعد الحرفين /*، و ينته التعليق بالحرفين */ .

```
/*
هنا يبدأ التعليق العام، ويمكن ان يستمر
   على عدة اسطر
*/
خوارزم  خ4()
البداية
    التعليمة الأولى في المستوى الأول  // هذا تعليق في  آخر السطر
    التعليمة الثانية  في المستوى الأول
    // في السطر التالي حذفت التعليمة الثالثة من الخوارزم بوضع احرف التعليق في بدايتها
    // التعليمة الثالثة  في المستوى الأول
    البداية
        التعليمة الرابعة في المستوى الثاني
        التعليمة الخامسة في المستوى الثاني
    النهاية
    التعليمة السادسة  في المستوى الأول
    التعليمة السابعة في المستوى الأول
    التعليمة الثامنة  في المستوى الأول
النهاية
```

النص 11 : كيفية ادراج التعليقات في نص الخوارزم

الفصل السادس

اصناف التعليمات

الفصل السادس : اصناف التعليمات

1 - مقدمة

تنقسم تعليمات اي خوارزم الى عدة اصناف، من اهمها:

- التعليمات العادية (او التسلسلية).
- التعليمات الشرطية المنطقية.
- التعليمات الشرطية الرقمية.
- تعليمات الانتقال المباشر.
- تعليمات التكرار.

و بفضل هذه التعليمات، التي تمثل التراكيب الأساسية للخوارزم يمكن انجاز تراكيب معقدة جدا، و قد ثبت أنه لبناء أي خوارزم، لا يحتاج واضح الخوارزم إلى تراكيب إضافية، فاستخدام هذه التراكيب كافية لتحرير نص أي خوارزم.

تذكير هام جدا: كما اوردناه فيما سبق، تكتب التعليمات داخل جسد الخوارزم ، **ولا يمكن ان نجد تعليمات خارج الجسد.**

2 - التعليمات العادية او التسلسلية:

تتميز التعليمات العادية بالحفاظ على تسلسل التعليمات في نفس المسلك، فلا تكون مصدرا لظهور مسالك جديدة، بل هي ومن تليها في الكتابة في مسلك واحد، وعند الانتهاء من تنفيذ تعليمة عادية، تنتقل آلية التنفيذ مباشرة الى التعليمة التالية، اي تلك التي تلي في الكتابة، وتمثل هذه التعليمات الأساس لما نسميه **بالتركيبة التسلسلية للخوارزم**، ومن امثال هذا الصنف نجد العبارات، وهي تعليمات مكونة من عملية او اكثر، كالعبارتين التاليتين:

- **"دلتا = ب*ب – 4*ا*ج"**
- **"س1 = (-ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ "**

2 - التعليمات الشرطية المنطقية

تتكون هذه التعليمات من رأس وجسد، ونجد في الرأس تساؤلا، الإجابة عنه تكون **"بنعم"** او **"لا"** (او اي اجابة مشابهة مثل **صحيح** و **خطأ**)، ونسمي هذا التساؤل **"عبارة شرطية منطقية"** اوباختصار **"عبارة منطقية"**، ويفضي تقييم **"العبارة المنطقية"** الى نتيجة قيمتها تابعة لمجموعة تحتوي على قيمتين فقط، مثل **(صحيح ، خطأ)** او **(نعم ، لا)**، وتكون التعليمات الشرطية المنطقية مصدرا لتفرع المسلك الداخل الى:

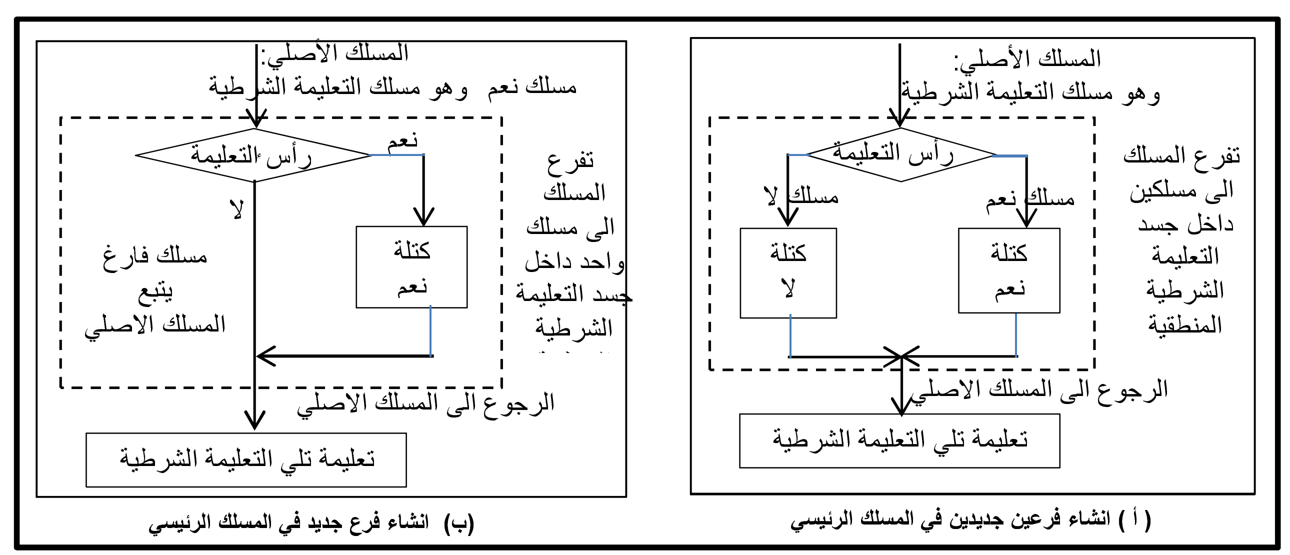
- مسلكا اضافيا وهو المسلك **"نعم"** (او **"صحيح"**)

- او مسلكين إضافيين، هما المسلك **"نعم"** والمسلك **"لا"**،

و يحتوي كل مسلك على تعليمة او اكثر، ويحدث التفرع في جسد التعليمة الشرطية المنطقية، اي انه فور انتهاء تعليمات جسد التعليمة الشرطية يرجع المسلك الى اصله.

2 - 1 التعليمة الشرطية المنطقية في خارطة الانسياب (الشكل 1)

على مستوى خارطة الانسيابي، مثّل رأس التعليمة الشرطية المنطقية برسم معين يكتب داخله التساؤل، ويخرج منه سهمان : سهم المسلك **"نعم"** و سهم المسلك **"لا"**، و يعتبر كل سهم بداية مسلك داخلي جديد للمسلك الذي تنتمي اليه التعليمة الممثلة برأس التعليمة الشرطية المنطقية، ويمكن لأحد المسلكين ان يكون فارغا (الشكل 1 -ب)، اي انه يرجع مباشرة الى المسلك الذي يحتوي على رأس التعليمة الشرطية، ومعنى هذا ان التعليمة الشرطية في هذه الحالة لم تحدث داخل المسلك الحالي الا مسلك ثانويا وحيدا.



الشكل 1 : تفرع المسلك الداخل الى فرع او فرعين ثم الرجوع الى اصله

2 – 2 التعليمة الشرطية المنطقية في الكتابة النصية

تكتب التعليمة الشرطية المنطقية باستعمال اللفظ **"اذاكان"** واللفظ **"وإلا"**، وغالبا ما تسمى التعليمة الشرطية المنطقية بتعليمة **"اذاوإلا"** او بتعليمة **"اذا"**.

تبدأ كتابة التعليمة الشرطية بكتابة رأسها الممثل باللفظ **"اذاكان"** متبوعا بعبارة شرطية منطقية (النص 1)، ومن الأفضل ان تكون العبارة مكتوبة بين قوسين.

وبعد **الرأس** تأتي كتابة **الجسد**، واول ما يكتب من الجسد **"كتلة نعم"**، فإذا كان للتعليمة الشرطية مسلكا واحدا، يكون الجسد مكونا فقط من **"كتلة نعم"**، وتكون نهاية هذه الكتلة الوحيدة هي نهاية التعليمة الشرطية المنطقية (الشكل 1 -ب، النص 1 -ب)، اما اذا كان للتعليمة الشرطية مسلكا ثان (الشكل 1 -أ، النص 1 -أ) و هو **مسلك "لا"**، فمباشرة بعد **كتلة نعم**، يكتب اللفظ **"والا"** متبوعا **"بكتلة**

لا"، فيكون الجسد مكونا **بكتلة "نعم"** ثم **كتلة "لا"**، وتكون نهاية **كتلة لا** هي نهاية كتابة التعليمة الشرطية المنطقية.

(أ)

```
/* الوصف العام للتعليمة الشرطية */
/* المنطقية بفرعين */
/* بداية التعليمة الشرطية */
اذا كان (العبارة الشرطية )
البداية
   /* هذه كتلة نعم */
النهاية
وإلا
البداية
   /* هذه كتلة لا */
النهاية
/* انتهت التعليمة الشرطية */
```

(ب)

```
/*
الوصف العام للتعليمة الشرطية
المنطقية بفرع واحد فقط
*/
// بداية التعليمة الشرطية
اذا كان (العبارة الشرطية )
البداية
   // هذه كتلة نعم الوحيدة
النهاية
// انتهت التعليمة الشرطية
```

النص 1 كيفية كتابة التعليمة الشرطية المنطقية

2 – 3 التعليمات الشرطية المنطقية في الكتابات التي تعتمد ترقيم التعليمات:

أذا استعمل اسلوب الترقيم في كتابة الخوارزم، وكانت التعلمية التي تحتوي على الشرط في مستوى ما، فانه يضاف مستوى من الترقيم الى تعليمات **كتلة "نعم"** و **كتلة "لا"**، فإذا حضرت الكتلتين **"نعم"** و **"لا"** في التعليمة الشرطية، تستعمل الكتلتين نفس الترقيم، ونفرق بين ترقيم الكتلتين(النص 2 -أ) بإضافة :

- الحرفين (**"م ن"**)، اي مسلك نعم، لترقيم كتلة نعم ،(مثلا **"3 : 1 : م ن:"**)
- الحرفين(**"م لا"**)، اي مسلك **"لا"**، لترقيم كتلة **"لا"** (مثلا **"3 : 3 : م لا:"**)،

اما اذا غابت **كتلة "لا"** وكانت **كتلة "نعم"** هي الوحيدة في التعليمة الشرطية، فلا نلجأ الى استعمال الإضافة (**"م ن"**) كما يظهر ذلك في النص 2 -ب.

يرمز الى كلتا الكتلتين برمز المستوى مع اضافة اللفظين (م ن) او (م لا) اذا اقتضى الأمر ذلك، ففي النص 2 -أ نرمز الى الكتلتين **"نعم"** و**"لا"** بالرمز ("3 : *")، ويكون رمز كتلة نعم (**"3 : *:م ن:"**) رمز كتلة **"لا"** (**"3 : *:م لا:"**).

(أ)

```
خوارزم  خ5()
1: تعليمة عادية في المستوى الأول
2: تعليمة عادية  في المستوى الأول
3: اذا كان (عبارة منطقية )
3 : 1 : م ن : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 2 : م ن : لتعليمة عادية في المستوى الثاني
3: وآلا
3 : 1 : م لا : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 2 : م لا : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 3 : م لا : تعليمة عادية في المستوى الثاني
4 : تعليمة عادية في المستوى الأول
5 : تعليمة عادية في المستوى الأول
```

(ب)

```
خوارزم  خ6()
1: تعليمة عادية في المستوى الأول
2: تعليمة عادية  في المستوى الأول
3: تعليمة عادية  في المستوى الأول
4: اذا كان (عبارة منطقية )
4 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
4 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
4 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
4 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
5 : تعليمة عادية في المستوى الأول
6 : تعليمة عادية في المستوى الأول
7 : تعليمة عادية في المستوى الأول
```

(أ) **النص 2 : ترقيم تعليمات جسد التعليمة الشرطية المنطقية** (ب)

3 – التعليمات الشرطية الرقمية:

تتكون هذه التعليمات (النص 3) من **رأس** و **جسد**، ويحتوي **الرأس** على تعليمة فيها تقيم **عبارة طبيعية موجبة،** اي ان تقييم العبارة يفضي الى قيمة طبيعية موجبة، ويحتوي الجسد على عدد من الكتل، وتمثل كل كتلة فرع من تفرعات المسلك الرئيسي الذي يصل الى التعليمة الشرطية الرقمية، وفي الكتابات المستحسنة، ادنى عدد التفرعات هو ثلاثة.

تذكير: في خارطة الانسياب نستعمل سداسي الأضلاع لتمثيل رأس التعليمة الشرطية المنطقية

لتمييز الكتل في اطار **التعليمة الشرطية الرقمية،** تربط كل كتلة بقيمة طبيعية موجبة او اكثر، واذا ربط رقم ما بكتلة ما، فلا يمكن ان يعاد استعمال القيمة مع كتلة أخرى، وتكتب سلسلة القيم المرتبطة بكتلة ما قبل بداية الكتلة، فمثلا تكون القيم المرتبطة بالكتلة اول ما يكتب في السطر الذي يكتب فيه لفظ **البداية** التابع للكتلة.

(أ)

```
خوارزم  خ7()
1: تعليمة عادية في المستوى الأول
2: تعليمة عادية في المستوى الأول
3:  تحول الى (عبارة رقمية )
3 : الخيار 5 :
3 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 2 : لتعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 3 : غادر
3: الخيار 21 ، 28
3 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 2 : غادر
3: الخيار 32، 34، 65
3 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 2 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 3 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 4 : لتعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 5 : غادر
3: الخيار *
3 : 1 : تعليمة عادية في المستوى الثاني
3 : 2 : لتعليمة عادية في المستوى الثاني
4 : تعليمة عادية في المستوى الأول
5 : تعليمة عادية في المستوى الأول
```

(ب)

```
خوارزم  خ7()
البداية
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تعليمة عادية  في المستوى الأول
    تحول الى (عبارة رقمية )
    البداية
        الخيار 5 : البداية
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            غادر
        النهاية
        الخيار 21، 28 : البداية
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            غادر
        النهاية
        الخيار 32، 34، 65 : البداية
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            غادر
        النهاية
        الخيار * : البداية
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
        النهاية
    النهاية
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تعليمة عادية في المستوى الأول
النهاية
```

النص 3 :كتابة نموذجية للتعليمة الشرطية الرقمية

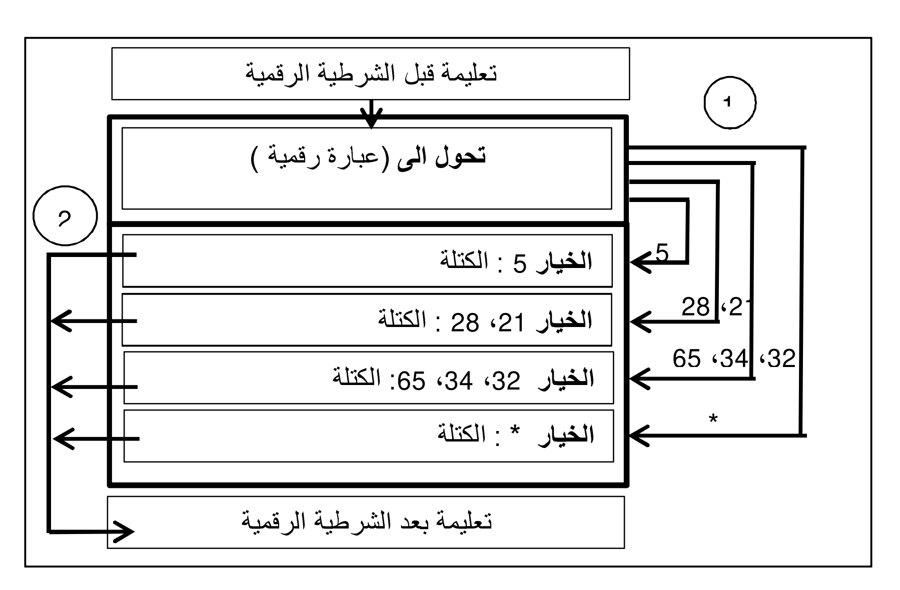
عندما نريد ربط كتلة بكل الأرقام التي لم تستعمل في ربط كتل التعليمة الشرطية، نستعمل بدل الترقيم رمزا معناه "**كل رقم عدا ما استعمل من ارقام**"، وغالبا ما يكون الحرف هو حرف النجمة ("*****")، واذا استعمل حرف النجمة مع كتلة ما، فيجب ان تكون الكتلة المرتبطة به هي آخر كتلة تكتب في اطار التعليمة الشرطية الرقمية.

وتكتب التعليمة الشرطية الرقمية باستعمال اللفظ "**تحول الى**" متبوعا بعبارة يفضي تقييمها الى قيمة طبيعية موجبة، ثم تكتب الكتل، ويسبق كتابة كل كتلة لفظ "**الخيار**" متبوعا بالقيم الطبيعية المرتبطة بالكتلة، وتنته كل كتلة بالتعليمة "**غادر**"، وهدف التعليمة "**غادر**" هو انهاء تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية والانتقال الى التعليمة التي تليها.

بعد ان يفضي تقييم العبارة الرقمية الى قيمة ما، تقوم آلية التنفيذ بتحديد الكتلة المرتبطة بهذه القيمة (النص 3)، فإن وُجدت، تنتقل اليها فتنفذها، وبانتهاء تنفيذ هذه الكتلة ينته تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية.

في صورة ما اذا كانت القيمة المتحصل عليها غير موجودة، اي غير مرتبطة بأي كتلة، تقوم آلية التنفيذ بتحديد الكتلة المرتبطة بالرمز *، فإن وجدت، تنتقل اليها آلية التنفيذ فتنفذها، وبانتهاء تنفيذ الكتلة ينته تنفيذ التعليمة الشرطية، فإن لم توجد الكتلة * ينته تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية.

ملاحظة: مع هذا النوع من التعليمات يبدأ يظهر من جهة ضعف أسلوب ترقيم التعليمات (النص 3 -أ) في الكتابة وفي التعبير، ومن جهة اخرى قوة اسلوب اظهار كتل التعليمات بدون ترقيمها في وصف الخوارزميات (النص 3 -ب)



الشكل 2 رسم بياني للتعليمة الشرطية الرقمية الواردة في النص 3

```
خوارزم   خ8()
البداية
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تعليمة عادية  في المستوى الأول
    تحول الى (عبارة رقمية )
    البداية
        الخيار 5 :
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
        غادر
        الخيار 21، 28 :
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
        غادر
        الخيار 32، 34، 65
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
        غادر
        الخيار * :
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
            تعليمة عادية في المستوى الثاني
        غادر
    النهاية
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تعليمة عادية في المستوى الأول
النهاية
( أ )
```

```
خوارزم   خ9()
البداية
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تحول الى (عبارة رقمية )
    البداية
        الخيار 10 :
            التعليمة 1 في الخيار10
            التعليمة 2  في الخيار10
        الخيار 100 :
            التعليمة 1 في الخيار100
            التعليمة 2 في الخيار100
        غادر
        الخيار 20: البداية
            التعليمة 1 في الخيار20
            التعليمة 2 في الخيار20
            التعليمة 3 في الخيار20
        الخيار 200 : البداية
            التعليمة 1 في الخيار200
            التعليمة 1 في الخيار200
    النهاية
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تعليمة عادية في المستوى الأول
    تعليمة عادية في المستوى الأول
النهاية
(ب)
```

النص 4: نص نموذجي لاستعمال الشرطية الرقمية (أ) امكانية حذف كلمتي البداية و النهاية في الخيارات (ب) اثر غياب التعليمة غادر

3 - 1 كتل بدون استعمال كلمتي البداية و النهاية:

لا تستعمل كلمتي **البداية** و**النهاية** لتحديد الكتل في الكتابات الشائعة للتعليمة الشرطية الرقمية وهذا لوجود آلية لذلك، فالكتلة تبدأ بلفظ **"الخيار"** متبوعا بالأرقام وتنته بالتعليمة **"غادر"**، كما يظهر في النص 4 – أ، ويمكن طبعا لكتلة خيار ما والتي استغنينا فيها من استعمال كلمتي **البداية** و**النهاية**، ان تحتوي على كتل داخلية، وهذه الكتل الداخلية وجب استعمال معها كلمتي **البداية** و**النهاية** لأبرازها.

3 – 2 اثر غياب التعليمة غادر كآخر تعليمة في الكتلة:

هدف التعليمة **"غادر"** هو الانتقال من كتلة ما داخل التعليمة الشرطية الرقمية الى خارج التعليمة الشرطية الرقمية وبالتحديد الى التعليمة التي تلي مباشرة التعليمة الشرطية الرقمية,

اذا غابت التعليمة **"غادر"** من كتلة ما، وكانت هذه الكتلة هي التي اخذت مسار التنفيذ، فان نهاية تنفيذ الكتلة لا يعني نهاية تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية، بل ينتقل التنفيذ الى الكتلة التالية، ولن تغادر آلية التنفيذ التعليمة الشرطية الا اذا وجدت التعليمة **"غادر"** او انها وصلت الى آخر تعليمة في آخر كتلة من التعليمة الشرطية الرفمية، وفي هذه الحالة الأخيرة، اي تنفيذ آخر تعليمة في آخر كتلة،

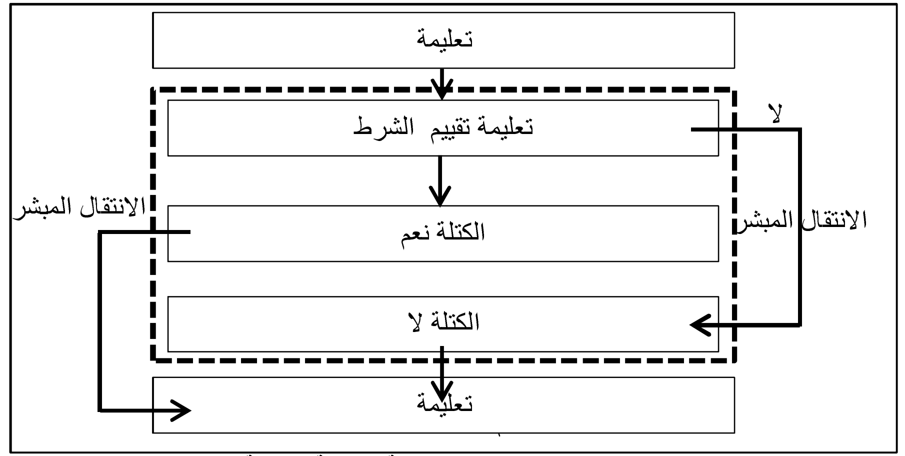
لا يكون استعمال التعليمة **"غادر"** ضروري، لكون تنفيذ آخر تعليمة من آخر كتلة يؤدي مباشرة الى نهاية التعليمة الشرطية الرقمية.

فعلى سبيل المثال (النص 4 -ب) اذا كانت القيمة 10 هي نتيجة تقييم العبارة الرقمية ، فان التنفيذ يتحول الى الخيار 10، فتنفذ **التعليمة 1 في الخيار 10** ثم **التعليمة 2 في الخيار 10**، وبما ان هذه الكتلة لم تنته بالتعليمة **"غادر"**، فإن التنفيذ ينتقل الى الكتلة التالية في الكتابة، فتنفذ بعد ذلك **التعليمة 1 في الخيار 100** ثم **التعليمة 2 في الخيار 100** ثم التعليمة **"غادر"** التي تنه تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية.

4 - تعليمات الانتقال المباشر

هذه التعليمات تقطع التسلسل في التنفيذ، وتنقله الى تعليمة غير التي تلي في الكتابة التعليمة قيد التنفيذ، وفي خرائط الانسياب التي مرت بنا كانت تتمثل هذه التعليمة في الأسهم التي ترجع من مرحلة الى مرحلة سابقة او تنطلق من مرحلة الى مرحلة ابعد.

في كتابة نصوص الخوارزميات تظهر هذه التعليمة على ثلاثة اشكال: **شكل مباشر غير محدود، شكل مباشر محدود** و**شكل غير مباشر و محدود**.



الشكل 3 رسم بياني لسلوك التعليمة الشرطية المنطقية

4 – 1 الشكل الغير المباشر والمحدود

في الشكل الغير المباشر المحدود، وهو الاستعمال الشائع، لا توجد لهذه التعليمات كتابة ظاهرة، فهي جزء لا يتجزأ من تعليمات اخرى، فهي جزء من التعليمات التالية :

- التعليمات الشرطية.
- تعليمات التكرار.
- تعليمة طلب تشغيل خوارزم.

والإنتقال يكون محدودا جدا، اي انه يتم في حدود التعليمة الحالية و بشكل لا يعقد المسالك الموجودة في خوارزم ما، بل يجعلها اكثر تنظيما ويجعل هيكلة الخوارزم اوضح.

فمثلا، في اطار التعليمات الشرطية المنطقية ذات الفرعين **"نعم"** و **"لا"** ، يتم بفضل هذه التعليمات (الشكل 3)

- الانتقال المباشر من التعليمة التي يقيم فيها الشرط الى التعليمة الأولى من كتلة **"لا"** التي لا تكتب مباشرة بعد عملية تقييم الشرط.

الانتقال المباشر من آخر تعليمة في **الكتلة "نعم"** الى التعليمة التي تلي التعليمة الشرطية المنطقية، اي تلك التي كتبت مباشرة بعد **كتلة "لا"**

4 – 2 الشكل المباشر المحدود: التعليمنين "غادر" و "واصل":

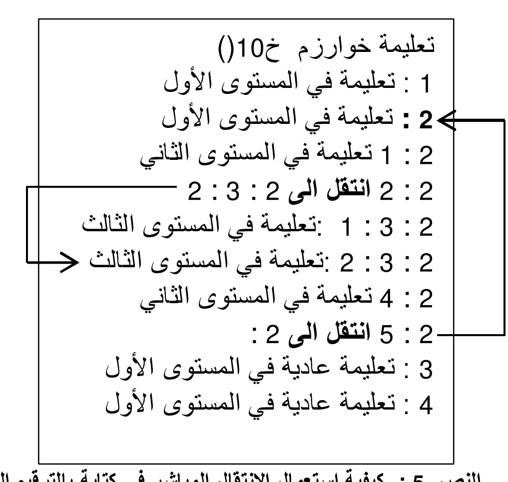
في هذه الشكل تتمتع التعليمة باسم خاص، وهناك تعليماتان من هذا النوع: التعليمة **"غادر"** و التعليمة **"واصل"** و تستعمل التعليمة **"غادر"** للخروج الفوري من جسد بعض التعليمات كالتعليمة الشرطية الرقمية وتعليمات التكرار، والانتقال يكون الى موقع خاص و قريب ومحدود، وهو ممثل بالتعليمة التي تلي مباشرة جسد التعليمة المحتوية على تعليمة **"غادر"**، كما يظهر في الجانب الايسر من الشكل 2.

اما تعليمة **"واصل"**، فهي تستعمل في جسد تعليمات التكرار، وهدفها نقل التنفيذ من اي مكان في جسد تعليمة التكرار الى رأسها، وكما هو الشأن بالنسبة لتعليمة **"غادر"، فتعليمة واصل** تنتقل الى مكان محدود وقريب.

4 – 3 الشكل المباشر الحر

في الشكل المباشر الحر، نستعمل التعليمة **"انتقل الى"** التي تكون متبوعة بعنوان التعليمة، ويمكن بفضل هذه التعليمات الانتقال من اي مكان في الخوارزم الى اي مكان قريب او بعيد.

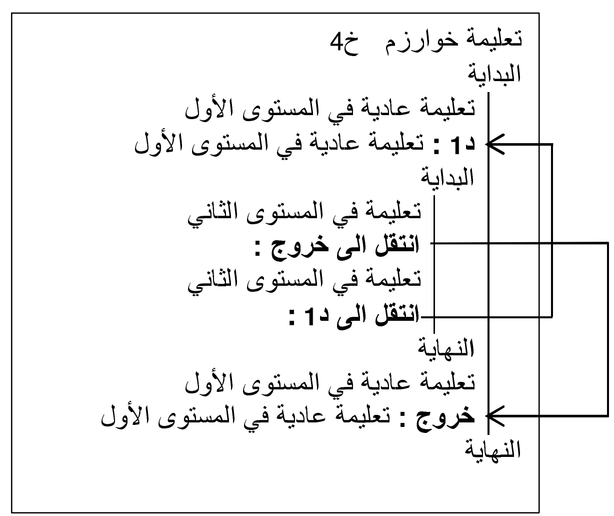
في النصوص المستعملة للترقيم الكلي، يكون رقم التعليمة هو العنوان (النص 5).


تعليمة خوارزم خ10()
1 : تعليمة في المستوى الأول
2 : تعليمة في المستوى الأول
2 : 1 تعليمة في المستوى الثاني
2 : 2 **انتقل الى** 2 : 3 : 2
2 : 3 : 1 :تعليمة في المستوى الثالث
2 : 3 : 2 :تعليمة في المستوى الثالث
2 : 4 تعليمة في المستوى الثاني
2 : 5 **انتقل الى** 2 :
3 : تعليمة عادية في المستوى الأول
4 : تعليمة عادية في المستوى الأول

النص 5 : كيفية استعمال الإنتقال المباشر في كتابة بالترقيم الكلي

اما في الكتابة الشائعة للخوارزميات، والتي تستعمل اسلوب ابراز الكتل، فلا توجد مبدئيا اي اشارة للتدليل على عنوان تعليمة ما من بين كل تعليمات الخوارزم، ففي هذا الأسلوب يمكن اعطاء عنوان لأي

تعليمة شئنا، والعنوان في هذا الأسلوب هو اي كلمة متبوعة بنقطتين (:)، والكلمة يمكن ان تكون مجموعة من الحروف الأبجدية او خليط من الحروف الأبجدية والارقام، ويوضع عنوان تعليمة ما مباشرة قبلها، كما هو ظاهر في النص 6.



النص 6 : تعليمة الانتقال المباشر في نص يبرز عمق الكتل

4 – 4 الأثار الغير المستحسنة لتعليمات الانتقال الحر

في وقت ما، استعملت بشكل واسع تعليمات الانتقال الحر في كتابة الخوارزميات الطويلة، كنتيجة لترجمة خرائط الانسياب وكذلك لعدم معرفة اثارها الخطيرة، فانطلاق انجاز خوارزم بإنجاز اولا خريطة الانسياب يمثل السبب الغالب في الاستعمال الكثيف لتعليمات الانتقال الحر، فخرائط الانسياب تجعل من استعمال الانتقال المباشر حلا سريعا و امرا سهلا في الإنجاز.

ولطول هذه الخوارزميات، وعدم اتباع الطرق المستحسنة في انجازها، والاستعمال المفرط لتعليمات الانتقال المباشر، احتوت مثل هذه الخوارزميات على منطق معقد جدا، ادى الى ظهور خرائط انسياب متشابكة يصعب قراءتها، واصبحت ترجمتها اصعب، وادت الترجمة الصعبة لهذه الخرائط المتشابكة الى ظهور نصوص يغلب عليها الاستعمال الكثيف والمفرط والغير المدروس لتعليمة الانتقال المباشر.

التواجد الكثيف في النصوص لمثل هذه التعليمات، خاصة عندما تستعمل للانتقال الى مواقع بعيدة وبصورة غير مدروسة، يؤدي الى صعوبة في التحكم في الخوارزم، فيصعب فهمه حتى من قبل واضعيه وتصبع شاقة عملية تحسينه او ضبط عيوبه و تصحيحها.

منذ ظهور الكتابة المهيكلة والمنتظمة للخوارزميات تراجع بحدة الاستعمال المباشر لهذه التعليمة، واصبح من المستحسن، بدلا من كتابة خوارزم طويل، كتابة خوارزميات صغيرة ، خالية من تعليمة الانتقال المباشر، ثم تركب هذه الخوارزميات الصغيرة بصورة محكمة لإنشاء خوارزم يمكن ان يكون ضخما ومعقدا جدا، وفي نفس الوقت منظما ومتحكما فيه.

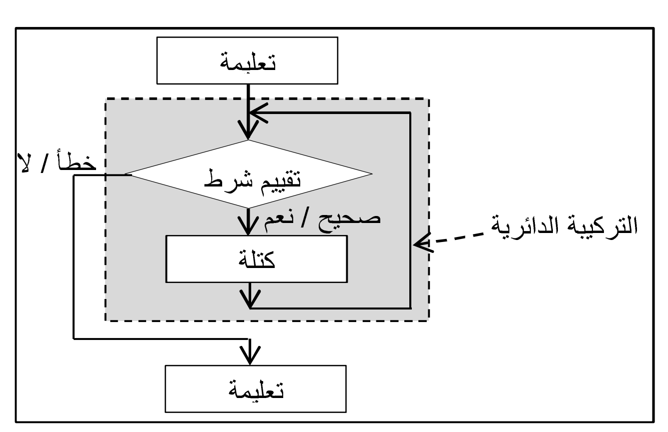
ومع هذا يبق استعمال هذه التعليمة عند المبتدأين، كخطوة اولى في سياق فهم بعض التراكيب الخاصة في كتابة الخوارزميات.

5 - تعليمات التكرار

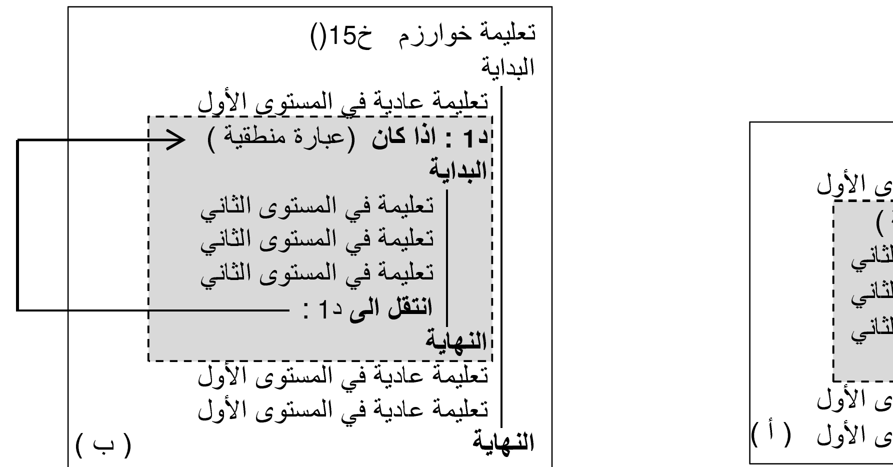
لاحظنا سابقا في خارطة انسياب الخوارزم "**افضل_تكلفة**"، وجود تركيبة ذات شكل دائري، يتم في اطارها تكرارا تنفيذ نفس التعليمات كلما **صح** شرط ما، والتعليمات التي يعاد تكرار تنفيذها في الخوارزم "**افضل_تكلفة**" هي التعليمات التالية:

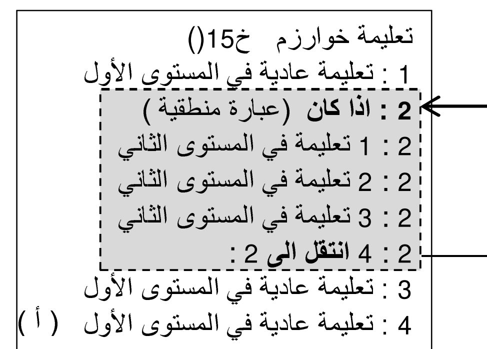
- التحقق من وجود اسطر في الجدول لم تتم زيارتهم.
- الانتقال الى السطر التالي في الجدول.
- حساب تكلفة السطر.
- الاحتفاظ بالتكلفة ان كانت اصغر تكلفة والا يتم تجاهلها.

ورأينا ان مثل هذه التراكيب لا يوجد لها شكل مميز في خرائط الانسياب، بل تنجز باستعمال تعليمة شرطية منطقية كأول تعليمة في الدائرة وتعليمة الانتقال المباشر كآخر تعليمة في الدائرة (الشكل 4، النص 7)، والانتقال المباشر يمكن من العودة الى التعلمية الأولى في الدائرة، اي الى التعليمة الشرطية المنطقية، وهذه التعليمة الشرطية هي التي تتحكم في التكرار، فان صحت التعليمة الشرطية كررت التعليمات التي تلي، وان لم تصح تخرج آلية التنفيذ من الدائرة لتغادر تعليمة التكرار.



الشكل 4 : مكونات تركيبة التكرار في خرائط الانسياب





النص 7 : نص تركيبة التكرار مترجم من خارطة الشكل 4 باستعمال تعليمة شرطية منطقية و الانتقال المباشر

5 – 1 كيفية كتابة تعليمات التكرار

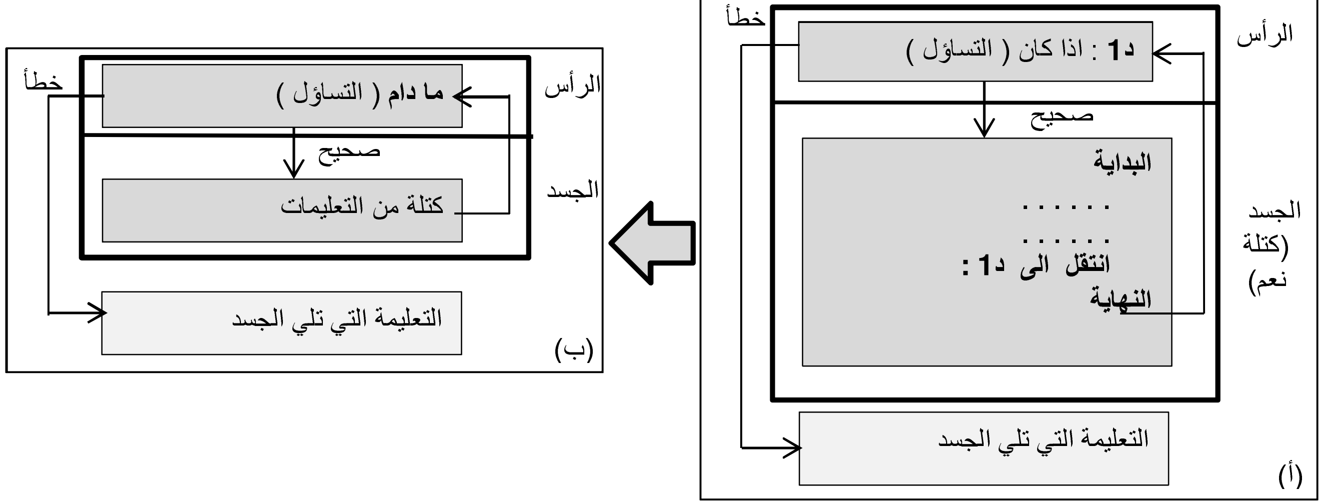
اذا كانت تركيبة التكرار لا تتوفر على شكل خاص بها في خرائط الانسياب، فإنها تمتلك في التعبير اللغوي صيغ خاصة بها(الشكل 5 -ب) وفيها:

- لا يظهر عنوان اول تعليمة في التركيبة، اي التعليمة الشرطية التي تمثل رأس تعليمة التكرار.
- لا تظهر آخر تعليمة في الدائرة وهي تعليمة الانتقال المباشر الى رأس تعليمة التكرار.

وتتكون تعليمات التكرار في أغلبها من رأس و جسد:

- **الرأس**: يحتوي رأس تعليمة التكرار على تعليمة التحكم في التكرار، وهي تساؤل يفضي الى نتيجة منطقية مثل" **نعم**" او "**لا**" او ما شابههم من الفاظ (**صحيح** او **خطأ**).
- **الجسد**: يحتوي الجسد على كتلة واحدة يكرر تنفيذها كلما افضى تساؤل رأس التكرار الى نتيجة منطقية موجبة، اي" **نعم**" (او **صحيح**).

توجد صيغ كثيرة لكتابة تعليمة التحكم في التكرار، وفي مجملها تعادل الصيغة التي تظهر في الشكل 5 -ب والتي تبدأ باللفظ "**مادام**" متبوعا بالتساؤل بين قوسين.



الشكل 5 : مقارنة بين التكرار باستعمال تعليمة الانتقال المباشر (أ) و التكرار باستعمال تعليمة التكرار مادام (ب)

5 – 2 سلوك تعليمات التكرار

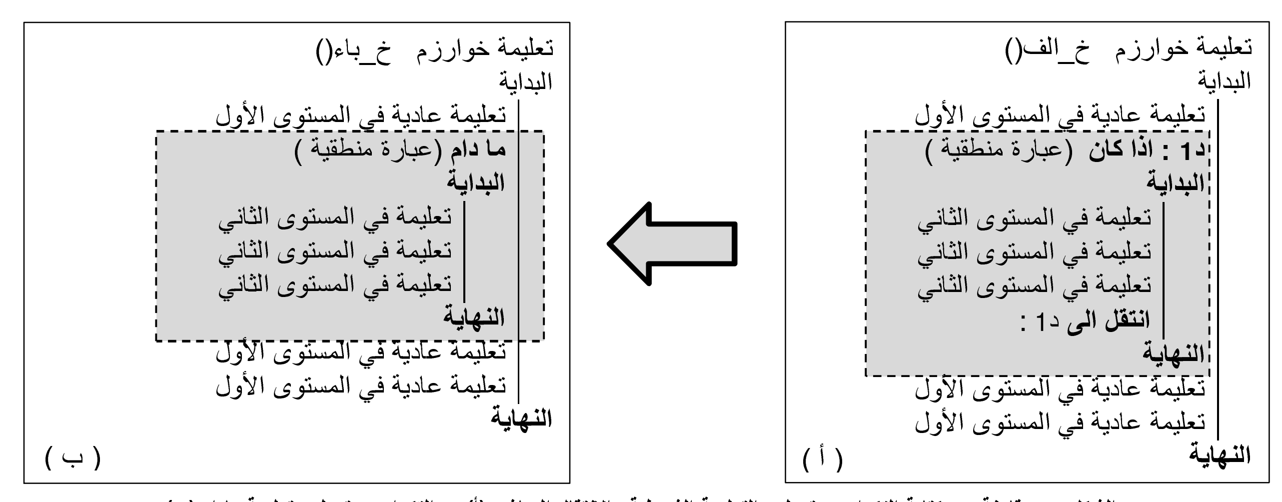
عند بلوغها تعليمة التكرار، تقوم آلية التنفيذ باتباع السلوك العام التالي:

- تنفيذ التساؤل او مانسميه ايضا بتقييم العبارة المنطقية التي يحتويها رأس تعليمة التكرار.
- اذا كانت نتيجة تقييم العبارة المنطقية ايجابية (اي **نعم** او **صحيح**) تدخل آلية التنفيذ جسد تعليمة التكرار وتبدأ في تنفيذ تعليمات الكتلة الممثلة للجسد.
- عند الانتهاء من تنفيذ تعليمات الجسد الكتلة، ترجع آلية التنفيذ مباشرة الى الراس و تعاود تقييم العبارة المنطقية.
- ويبق هذا الدوران على حاله حتى حدوث أحد الأمرين التاليين:

- تفضي العملية المنطقية الموجودة في الرأس الى نتيجة سالبة (**"لا"** ، او **"خطأ"**)، وفي هذه الحالة لا تدخل آلية التنفيذ جسد تعليمة التكرار، بل تنتقل مباشرة الى اول تعليمة تلي جسد تعليمة التكرار.
- تلتق ألية التنفيذ، وهي داخل جسد تعليمة التكرار، بتعليمة المغادرة الفورية (او ما نسميها ايضا بتعليمة كسر حلقة التكرار) لجسد تعليمة التكرار والانتقال المباشر الى تعليمة اخرى خارج جسد تعليمة التكرار، و يتم هذا باستعمال تعليمة الانتقال المباشر، وفي غالب الأحيان، يكون الانتقال المباشر الى التعليمة التي تلي جسد تعليمة التكرار، وفي هذه الحالة لا تحتاج تعليمة الانتقال المباشر الى عنوان، فالعنوان معروف فهو دائما التعليمة التي تلي عملية التكرار، ولذا لا تستعمل الصيغة **"انتقل الى"** بل نستعمل صيغة اخرى وهي التعليمة **"غادر"** و في الكتابة المستحسنة للخوارزميات لا يكون كسر حلقة التكرار الا بمثل التعليمة **"غادر"**.

وهكذا اذا اخذنا االشكل 5 و نريد اعادة كتابته مستعملين تعليمة التكرار، فعلينا بإدخال التغيرات التالية (الشكل 6):

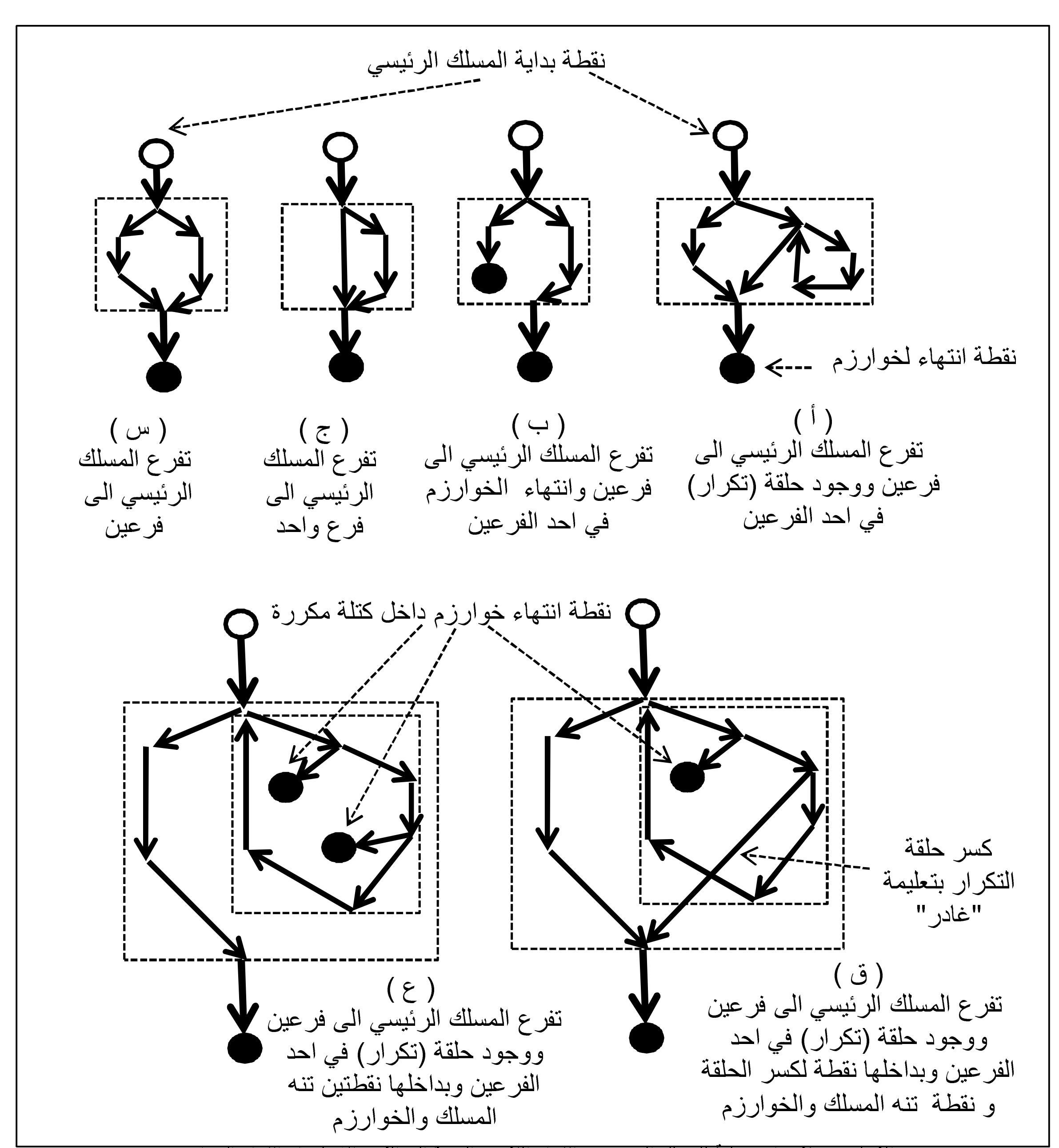
- حذف العنوان **د1**
- استبدال التعليمة **اذا كان (عبارة منطقية**) بالتعليمة **ما دام (عبارة منطقية)**
- حذف التعليمة "**انتقل الى د1:**"



الشكل 6 مقارنة بين كتابة التكرار مستعملين التعليمة الشرطية والانتقال المباشر (أ) والتكرار مستعملين تعليمة مادام (ب)

6 – الكتابة المستحسنة لنصوص الخوارزميات

الكتابة المستحسنة للخوارزميات، هي التي تنتج خوارزميات قصيرة ومهيكلة، والتي تحتوي على مسلك متسلسل رئيسي واحد، وكأنه عمود فقري، يتفرع من حين الى آخر ليرجع بعد ذلك التفرع الى اصله فيتوحد (الشكل 7) ، مع امكانية انتهاء المسلك في احد فروعه، وينته بذلك الخوارزم.



الشكل 7: تفرعات محلية للمسلك الرئيسي و انتهاء التفرع بالعودة الى الفرع الاصلي او انتهاء الخوارزم

في الكتابة المهيكلة للخوارزميات يمكن ان ننظر الى التعليمات التي تحدث تفرعا وفروعها وكأنها تعليمة عادية واحدة، كما تظهره الخطوط المنقطعة في الشكل 8 و الشكل 9، لكون التفرع المسموح به يقع فقط في جسد التعليمات المحدثة للتفرع، اما الكتابات الغير المستحسنة فهي التي يتفرع فيها المسلك الرئيسي الى فروع غير منتظمة ومتداخلة.

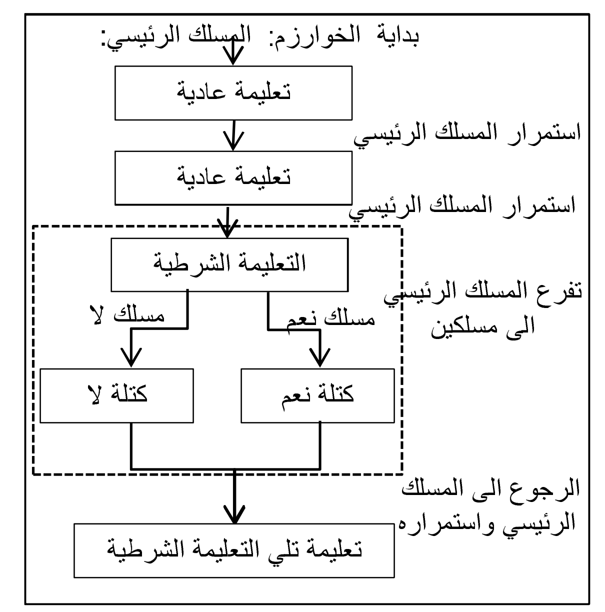
عندما تدخل آلية التنفيذ كتلة ما فإنها تغادرها دائما على احد الشكلين

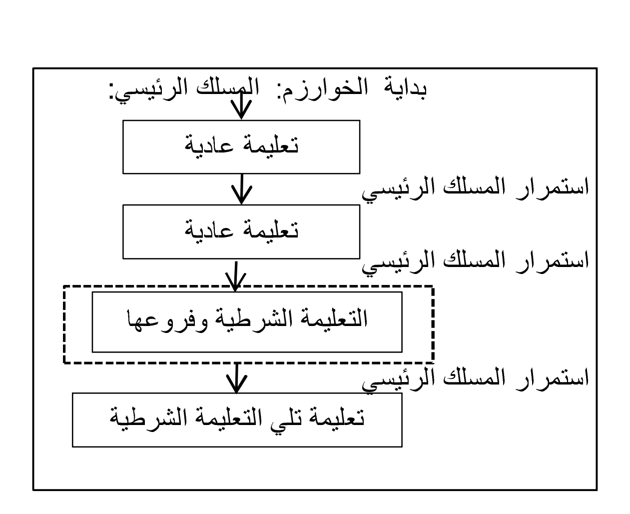
- العودة الى المسلك الرئيسي الذي منه تفرعت.
- الخروج من الخوارزم، اي ان الكتلة تحتوي على نقطة ينته عندها تنفيذ الخوارزم.

في تعليمات التكرار، تكون العودة الى المسلك الرئيسي من موقعين:

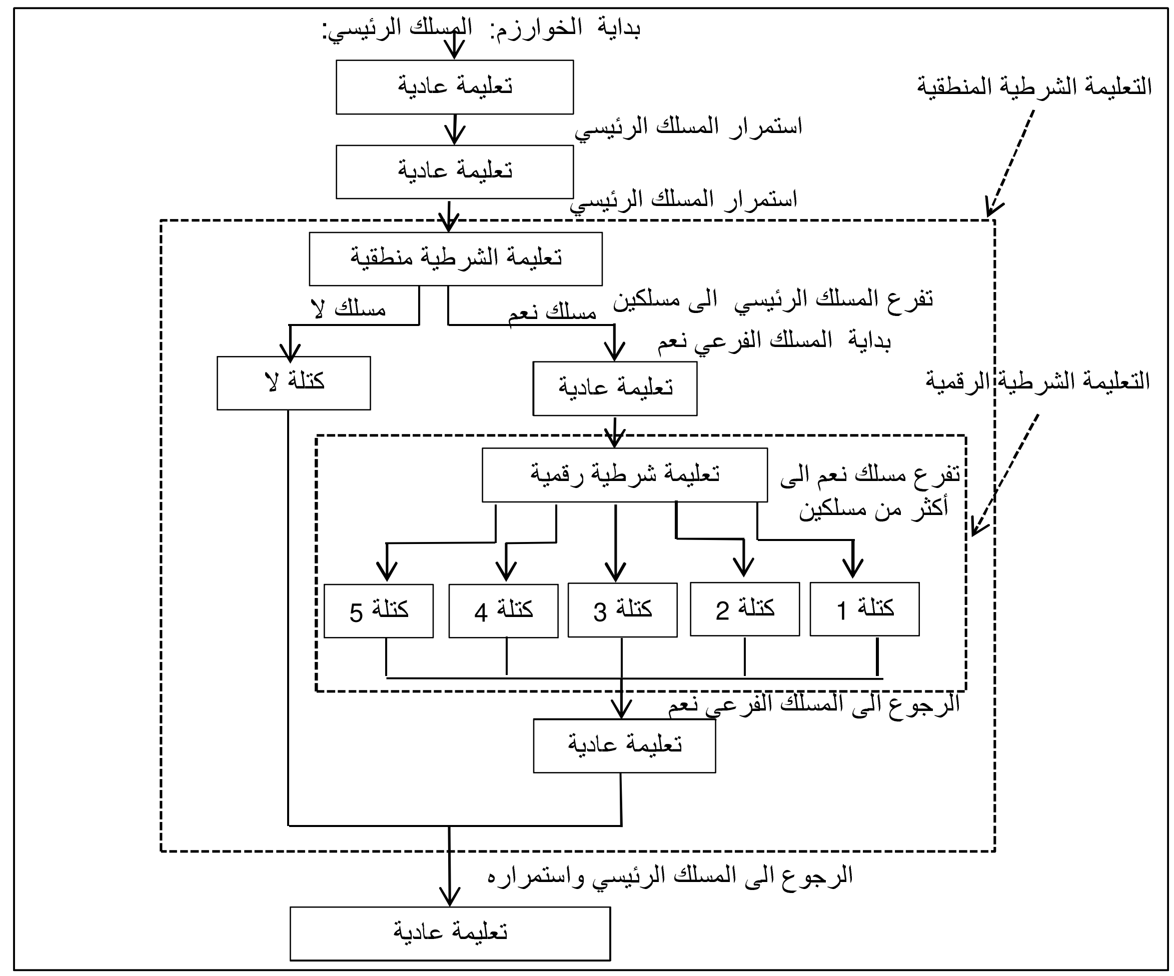
- من رأس تعليمة التكرار عندما تصبح **"خطأ"** (او **"لا"**) نتيجة تقييم العبارة المنطقية.

من الجسد اذا احتوت كتلة الجسد على تعليمة كسر حلقة التكرار وهي تعليمة **غادر**.





الشكل 8 : الفرع محلي لجسد التعليمة الشرطية، والشرطية برأسها وجسدها كأنها تعليمة تسلسلية



الشكل 9 الفرع محلي لجسد الشرطية المنطقية، ثم محلية للشرطية الرقمية وكل وحدة كأنها تعليمة تسلسلية

الفصل السابع

الكيفية العامة لتنفيذ الخوارزم

الفصل السابع : الكيفية العامة لتنفيذ الخوارزميات

1 - مقدمة

لتنفيذ خوارزم ما، تقوم آلية التنفيذ بأخذ التعليمات واحدة تلو الأخرى، واذا شرعت آلية التنفيذ في تنفيذ تعليمة ما، فإنها لا تنتقل لتنفيذ تعليمة اخرى الا بعد اتمام تنفيذ التعليمة الحالية، ولتنفيذ تعليمة ما، تسلك آلية التنفيذ المراحل التالية:

- اخذ التعليمة التي انتقلت اليها آلية التنفيذ، ويقال ايضا قراءة التعليمة، ونسمي التعليمة قيد التنفيذ **التعليمة الحالية**.
- التعرف على التعليمة الحالية، فاذا كانت التعليمة غير معروفة، تتوقف فورا آلية التنفيذ.
- تنفيذ التعليمة
- تحديد التعليمة التالية لآلية التنفيذ.
- الانتقال الى التعليمة التالية.

واول تعليمة تنتقل اليها آلية التنفيذ هي التعليمة الممثلة لنقطة دخول الخوارزم، وتكون غالبا هي اول تعليمة تظهر في نص الخوارزم.

تنبيه: الفرق بين **توقف آلية التنفيذ وانتهاء تنفيذ الخوارزم:** مفهوم **توقف آلية التنفيذ** مغاير تماما لمفهوم **انتهاء تنفيذ الخوارزم،** فالمفهوم الأول يعبر عن خلل في وصف ما ظهر لواضع الخوارزم انه خوارزم، فالوصف الذي اُبلغ للمنفذ ليس بخوارزم، فيمكن ان يحتوي على وصف فيه لبس، او خطأ، او تعليمة فيها عملية غير معلومة، الخ... اما المفهوم الثاني، فُينبأ ان المنفذ انجز كل ما طلب منه.

2 - كيفية تحديد التعليمة التالية لآلية التنفيذ

من يحدد التعليمة التالية لآلية التنفيذ هو في حقيقة الأمر التعليمة الحالية نفسها، ففي آخر مرحلة من مراحل تنفيذ التعليمة الحالية، تحدد هذه التعليمة، التعليمة التي يجب على آلية التنفيذ الانتقال اليها، والكيفية المتبعة في تحديد التعليمة التالية، مرتبطة اساسا بصنف التعليمة الحالية:

2 – 1 التعليمة الحالية تعليمة عادية

إذا كانت التعليمة الحالية تعليمة عادية، او ما نسميها ايضا ب**التعليمة التسلسلية،** تكون دائما التعليمة التالية هي تلك التي تليها في كتابة الخوارزم (الشكل 1).

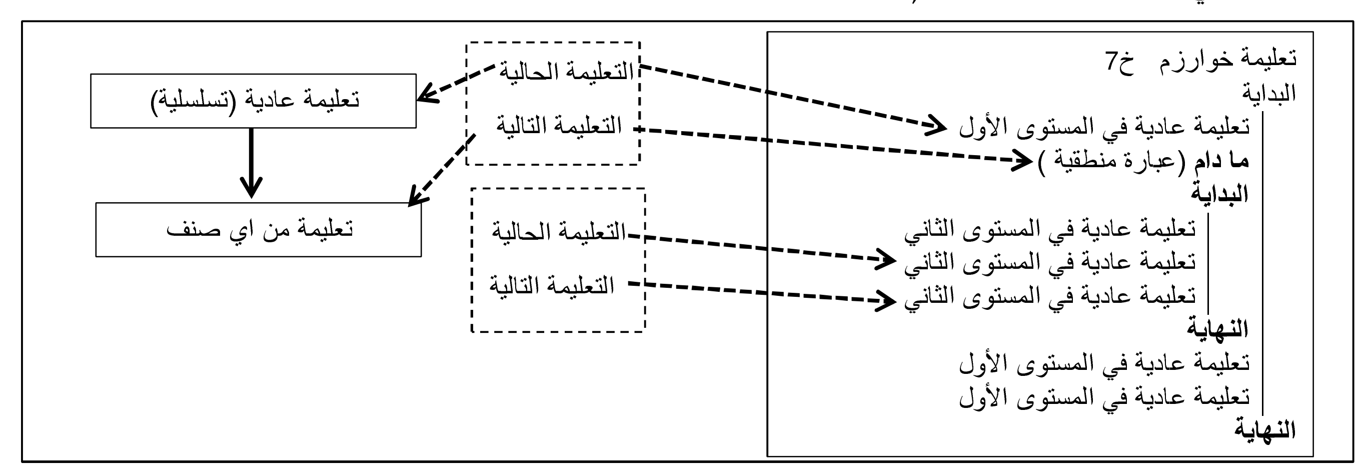
2 -2 التعليمة الحالية شرطية منطقية

اذا كانت التعليمة الحالية تعليمة شرطية منطقية، فالتعليمة التالية تحدد بعد تقييم تساؤل التعليمة الشرطية، فان كانت "**نعم**" هي نتيجة التساؤل، فالتعليمة التالية هي تلك التي تلي رأس التعليمة الشرطية، اي اول تعليمة في كتلة **"نعم"** (الشكل 2)، اما اذا كانت "**لا**" هي نتيجة التساؤل(الشكل 3)، فالتعليمة التالية هي تلك التي تلي مباشرة كتلة نعم، اي انها:

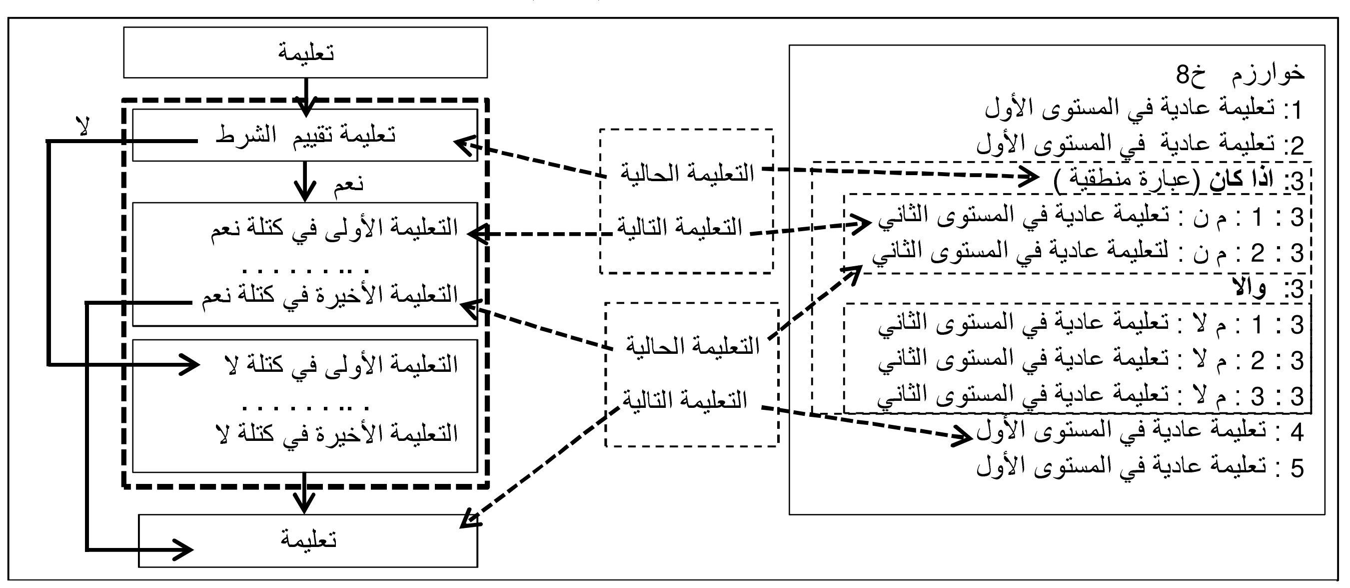
- اول تعليمة في كتلة **"لا"** ان وجدت هذه الكتلة.

- او التعليمة التي تلي التعليمة الشرطية ان غابت كتلة **"لا"**(الشكل 4 و الشكل 5) ،

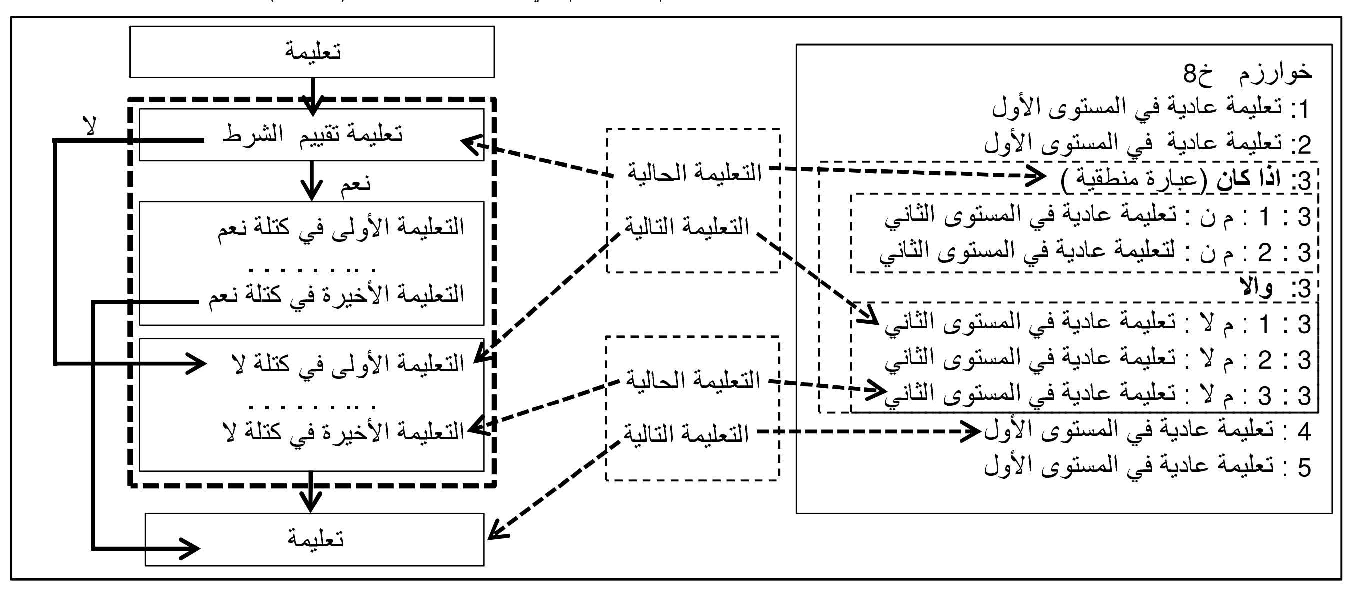
واذا كانت التعليمة هي آخر تعليمة في كتلة **"نعم"**، فالتعليمة التالية، في كل الأحوال، هي اول تعليمة تلي كتل التعليمة الشرطية (الشكل 4)



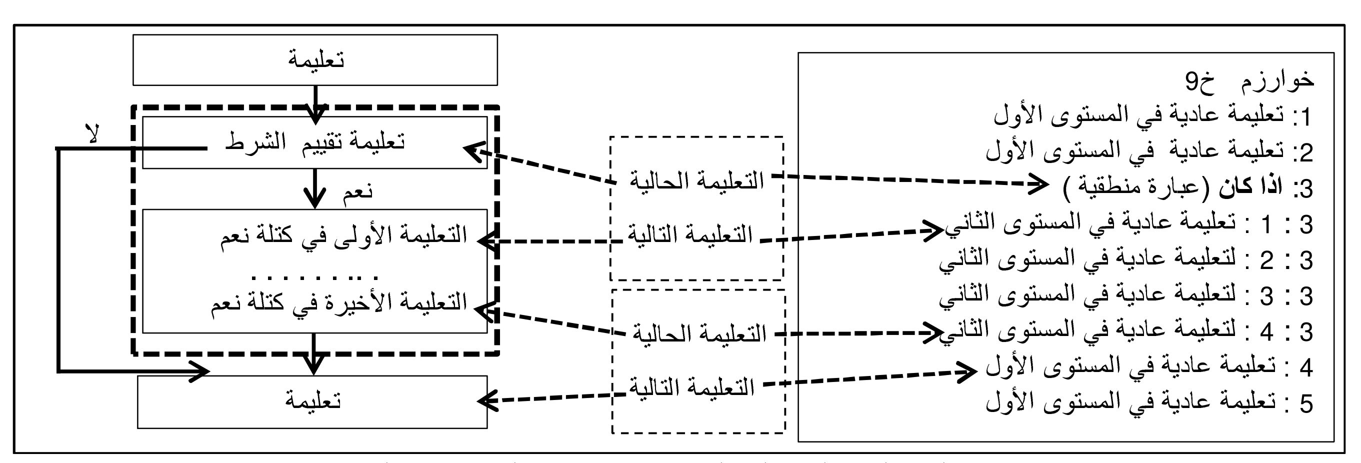
الشكل 1 : التعليمة الحالية عادية (تسلسلية)



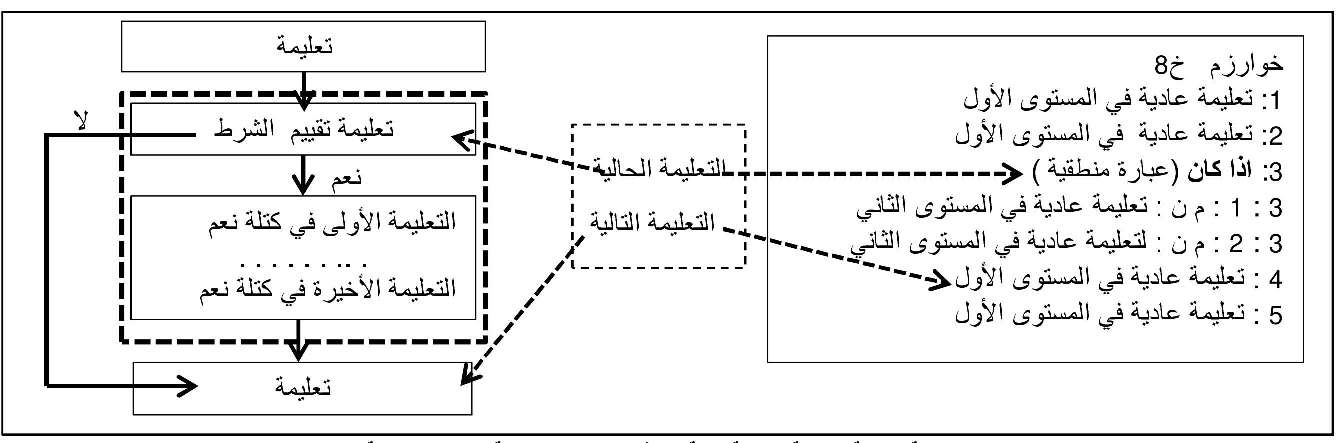
الشكل 2 : التعليمة الحالية شرطية منطقية بكتلتيها نعم و لا ، "نعم" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)



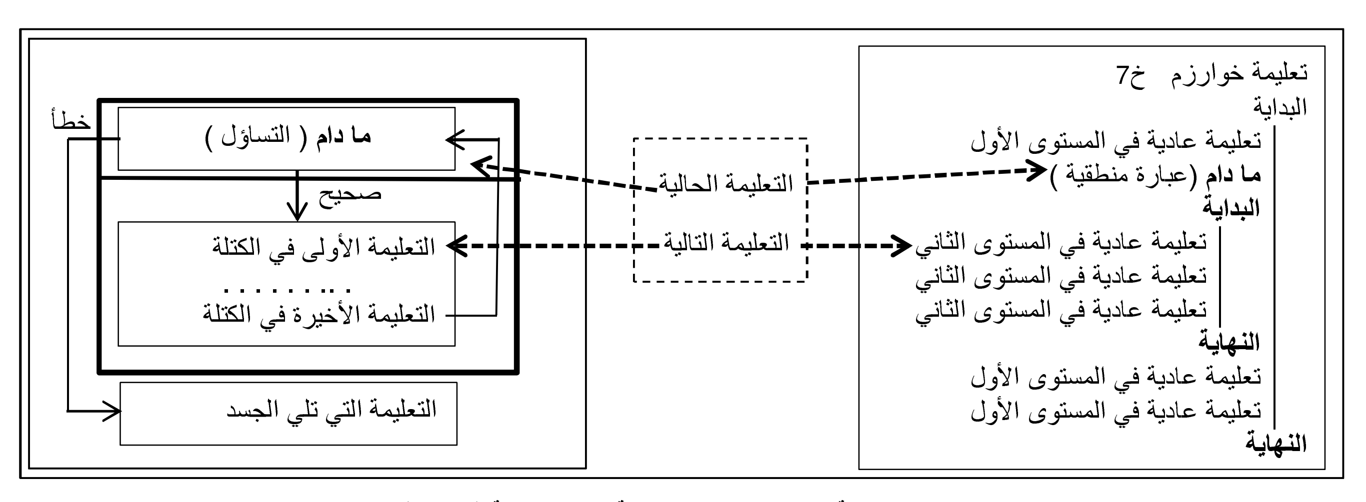
الشكل 3 : التعليمة الحالية شرطية منطقية بكتلتيها نعم و لا ، "لا" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)



الشكل 4 : التعليمة الحالية شرطية منطقية بكتلة نعم فقط، "نعم" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)



الشكل 5 : التعليمة الحالية شرطية منطقية بكتلة نعم فقط، "لا" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)



الشكل 6 : تعليمة التكرار، " صحيح" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)

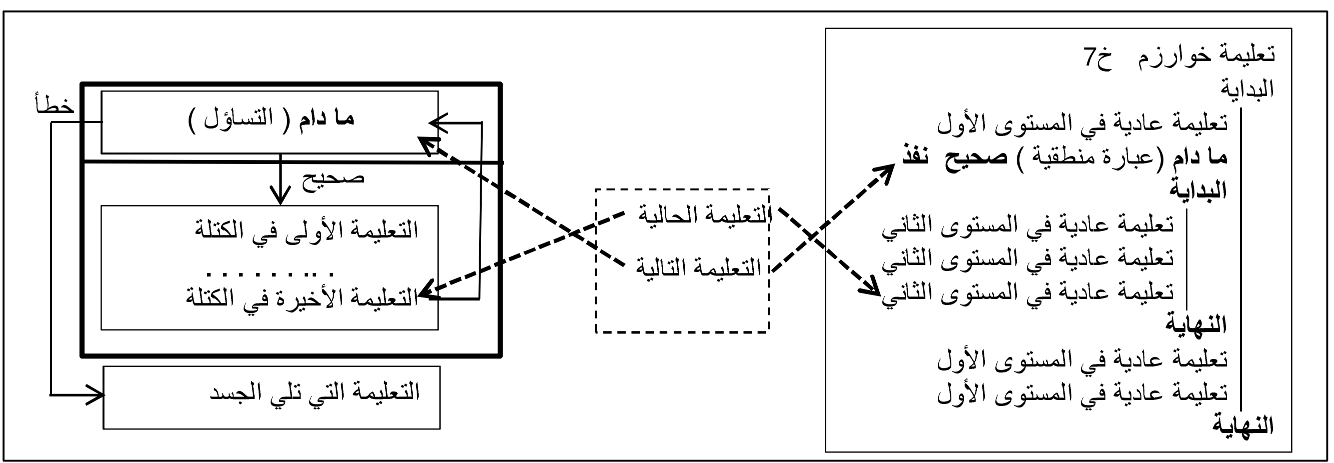
2 – 3 تعليمة التكرار هي التعليمة الحالية

اذا كانت التعليمة الحالية تعليمة تكرار، فالتعليمة التالية تحدد بعد تقييم تساؤل تعليمة تكرار.

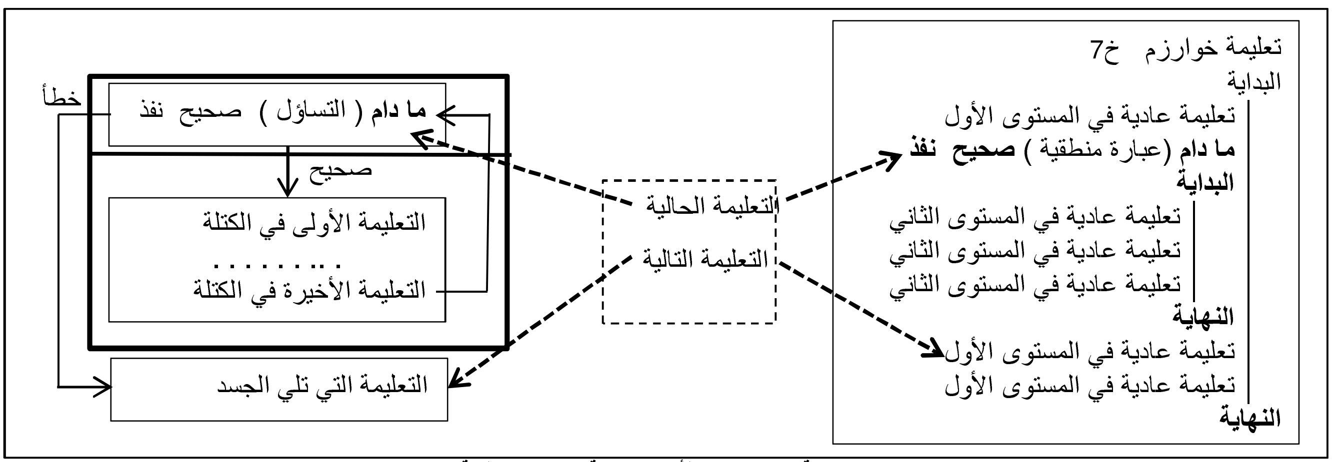
- فان كانت "**نعم**" هي نتيجة التساؤل، فالتعليمة التالية هي أول تعليمة في جسد تعلمية التكرار،(الشكل 6)، وفي جسد تعليمة التكرار، عندما تكون آخر تعليمة هي التعليمة الحالية

وهي ايضا تعليمة عادية، تكون التعليمة التالية هي رأس تعليمة التكرار ، اي تعليمة **"مادام (عبارة منطقية)"** (الشكل 7).

- اما اذا كانت "**لا**" هي نتيجة التساؤل، فالتعليمة التالية هي تلك التي تلي مباشرة جسد تعلمية التكرار (الشكل 8).



الشكل 7 تعليمة التكرار، " صحيح" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)، والتعليمة الحالية آخر تعليمة في جسد التكرار



الشكل 8 : تعليمة التكرار، " خطأ" هي نتيجة العبارة المنطقية (التساؤل)

الفصل الثامن

تنظيم و هيكلة الخوارزميات

الفصل الثامن : تنظيم و هيكلة الخوارزميات

1 - مقدمة:

من النادر في عالم الخوارزميات ان نجد خوارزما ما مكونا من اجراء واحد او من وظيفة واحدة، وتكون هذه الهيكلة البسيطة والساذجة ، اي خوارزما مكونا من اجراء واحد او وظيفة واحدة، موجودة في حالتين:

1 - **الحالة الأولى:** في المراحل الأولى التي يتكون فيها المبتدئين، وفي هذه المراحل الأولى، تكون المسائل التي يطلب علاجها مسائل سهلة جدا، وفي الغالب يكون الخوارزم صغير الحجم، ومع هذا، كما سوف نرى فيما بعد، فحتى الخوارزميات الصغيرة يستحسن ان تكون هيكلتها هيكلة جيدة، فتكون مكونة من اكثر من اجراء واحد او وظيفة واحدة.

2 - **الحالة الثانية:** تلُاحظ عند بعض خريجي الجامعات الذين لم يستوعبوا، لسبب او لآخر، اهمية هيكلة الخوارزميات، فتراهم يكتبون خوارزميات ضخمة مكونة من اجراء واحد، وفيه يظهر جليا تكرار واسع لسلسلة من نفس التعليمات، كان يمكن ان توضع على شكل اجراء او وظيفة.

الهيكلة الجيدة والفعالة، يتحصل عليها واضع الخوارزم بعد الفهم والتحليل الجيد للإشكال المطروح، وفيها يتبع واضع الخوارزم سياسة "**فرق تسد**" لحل الإشكال، فالإشكال مهما كان حجمه يُ جزأ الى اشكالات اقل حجما وتعقيدا، فينفرد بعد ذلك واضع الخوارزم بكل اشكال جزئي، ويكون حل الإشكال الجزئي اقل صعوبة وتعقيدا من حل الإشكال الكلي، ويكرر واضع الخوارزم هذه الطريقة كلما واجه اشكالا معقدا.

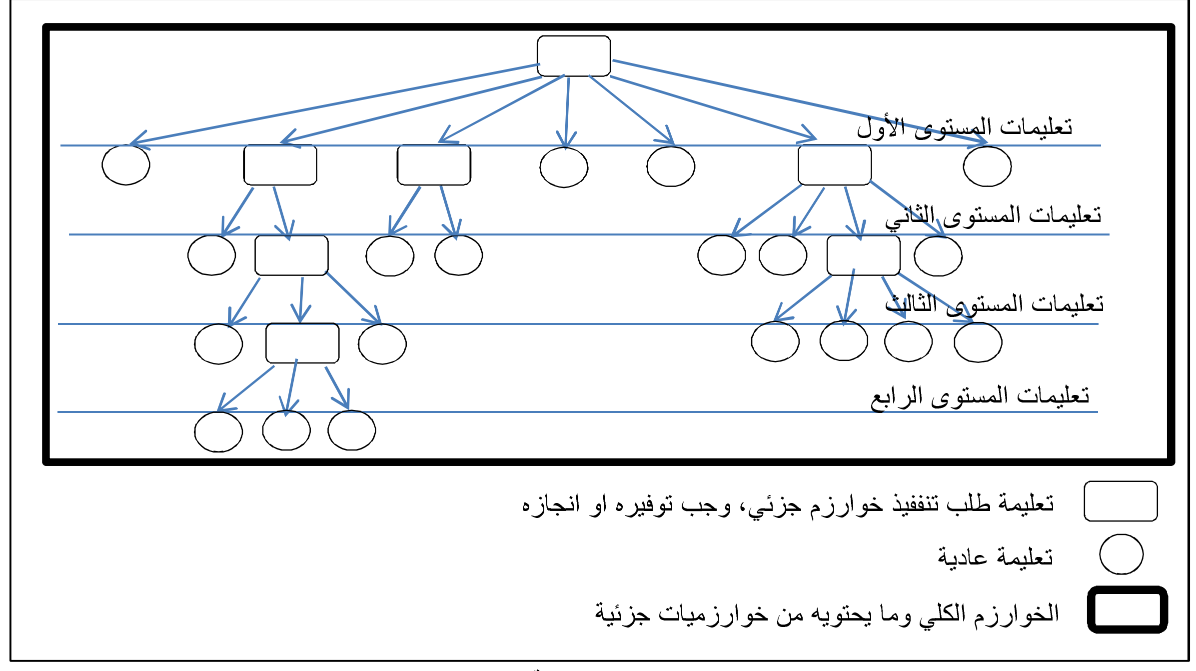
فمثلا، في اول الأمر، يستخلص واضع الخوارزم المراحل الكبرى التي تؤدي الى حل الإشكال الرئيسي (او الكلي)، فيكتب خوارزما أولايُ ظهر فيه منطق تسلسل المراحل الكبرى لحل الإشكال الكلي، وبما ان الخوارزم هو سلسلة من التعليمات، فان كل مرحلة يعبر عنها في الغالب بتعليمة واحدة، وهكذا يكتب واضع الخوارزم لكل مرحلة تعليمةُ يرجى منها حل الإشكال الجزئي الذي تعالجه المرحلة، وهذه التعليمة هي في حقيقة الأمر طلب تنفيذ خوارزم هدفة حل الإشكال الجزئي المطروح في المرحلة، وهكذا يكون واضع الخوارزم قد انجز ما نسميه بالمستوى الأول من الخوارزم.

وبعد هذه المرحلة الأولى ينتقل واضع الى الخوارزم الى مرحلة ثانية يقوم فيها بتدقيق كل التعليمات المعالجة للمراحل الكبرى، اي التعليمات التي استعملت في المستوى الأول.

- فإن كانت التعليمة تعليمة تنُجز بها عمليات معلومة لمنفذ الخوارزم، اي ان المنفذ بمجرد قراءتها يعرف بدقة كيفية انجازها، يكون حل الإشكال الجزئي للمرحلة قد انجز.
- اما ان كانت التعليمة تعليمة طلب تنفيذ خوارزم ما، وجب على واضع الخوارزم انجاز الخوارزم الذي يعالج المشكل الجزئي، وهنا، و في اطار انجاز الخوارزم المكلف بالإشكال

الجزئي، ينتهج واضع الخوارزم نفس الطريقة التي انتهجها في المرحلة الأولى، اي الفهم الجيد للإشكال الجزئي المرتبط بالخوارزم الجزئي الذي يريد انجازه، ثم استخلاص مراحل حل الإشكال الجزئي، ثم سرد التعليمات المناسبة لكل مرحلة من مراحل حل الإشكال الجزئي، ثم النظر في كل تعليمة هل هي تعليمة عادية لا تحتاج الى تدقيق ام هي تعليمة طلب تنفيذ خوارزم جزئي آخر يجب انجازه فيما بعد.

وباتباع هذه المنهجية في انجاز الخوارزميات، يجد واضع الخوارزم نفسه وقد انجز عدد من الخوارزميات الجزئية، كل واحد مكلف بحل اشكال جزئي من الإشكال الكلي، وهكذا بدل كتابة خوارزم ضخم واحد لمعالجة الاشكال الكلي المعقد، يكتب واضع الخوارزم عددا من الخوارزميات الجزئية الصغيرة والسهلة، كل منها يعالج اشكالا صغيرا و سهلا، و في النهاية يتحصل واضع الخوارزم على خوارزم مركب من عدة خوارزميات صغيرة، قادرة على التعاون لمعالجة وحل الإشكال الكلي المعقد (الشكل 1).



الشكل 1 : الرؤيا الهيكلية للخوارزم

2 - : العناصر الكبرى لهيكلة و تركيب الخوارزميات: الاجراءات والوظائف

تتكون اغلب الخوارزميات من عدة خوارزميات جزئية، ويمكن ان يكون الخوارزم الجزئي **وظيفة** او **إجراء**، ويتكفل كل خوارزم جزئي بمعالجة جانب من جوانب الإشكال الكلي الذي يعالجه الخوارزم، فإذا كان الإشكال الذي يعالجه الخوارزم اشكالا بسيطا جدا، يكون الخوارزم مكونا من اجراء او وظيفة واحدة، اما اذا كان الإشكال معقدا، فيكون الخوارزم مكونا من عدد كبير من الإجراءات والوظائف.

وفي واقع الأمر، فإن عدد الإجراءات والوظائف المكونة لخوارزم ما مرتبط بأمرين اساسيين:

- درجة تعقيد الإشكال المطروح على الخوارزم لمعالجته.

- كيفية فهم وتحليل الإشكال ومواجهة تعقيداته من قبل واضع الخوارزم.

وهكذا، اذا كان الإشكال سهلا جدا، يكون الخوارزم في الغالب مكونا من خوارزم جزئي واحد ، يمكن ان يكون اجراء او وظيفة، ففي هذه الحالة الخوارزم الجزئي هو الخوارزم الكلي.

اما اذا كان الإشكال معقدا، يكون عدد ا الخوارزميات الجزئية مرتبطا اساسا بواضع الخوارزم:

- فإذا كان واضع الخوارزم متسم بضعف في فهم و تحليل الإشكال و وبضعف في طريقة مواجهة تعقيدات الإشكال، يكون عدد الخوارزميات الجزئية صغيرا جدا، وغالبا ما يكون الخوارزم مكونا من خوارزم جزئي واحد ، ضخم ومعقد جدا ، وهذا ما يلاحظ عند المبتدئين وبعض خريجي الجامعات، الذين لم يتمكنوا من استيعاب اهمية تجزئة مشكل كبير الى مشاكل اصغر واهمية مواجهة عدد من المشاكل الصغيرة عوض المواجهة المباشرة لمشكل كبير.

اما اذا كان الفهم والتحليل جيدين وكانت طريقة تجزئة المشكل جيدة، يكون الخوارزم مكونا من عدد كبير من الخوارزميات الجزئية الصغيرة السهلة الفهم والإنجاز.

3 - العنصر الأساسي او الرئيسي في تركيبة الخوارزمات

علمنا من قبل، في الفصل الأول، ان لكل خوارزم بداية، فما هي بداية خوارزم مركب من عدة خوارزميات جزئية؟ في مثل هكذا خوارزم نجد اكثر من بداية واحدة، إذ لكل خوارزم جزئي بداية، فعدد البدايات يساوي عدد المكونات، فما هي من بين هذه البدايات بداية الخوارزم المركب؟

كما علمنا من قبل فإن بداية الخوارزم هي اول تعليمة تنفذ عند تنفيذ الخوارزم، وهي دائما نفس التعليمة، ولتعريفها لابد من ادخال آلية ما للاستدلال الدقيق عليها.

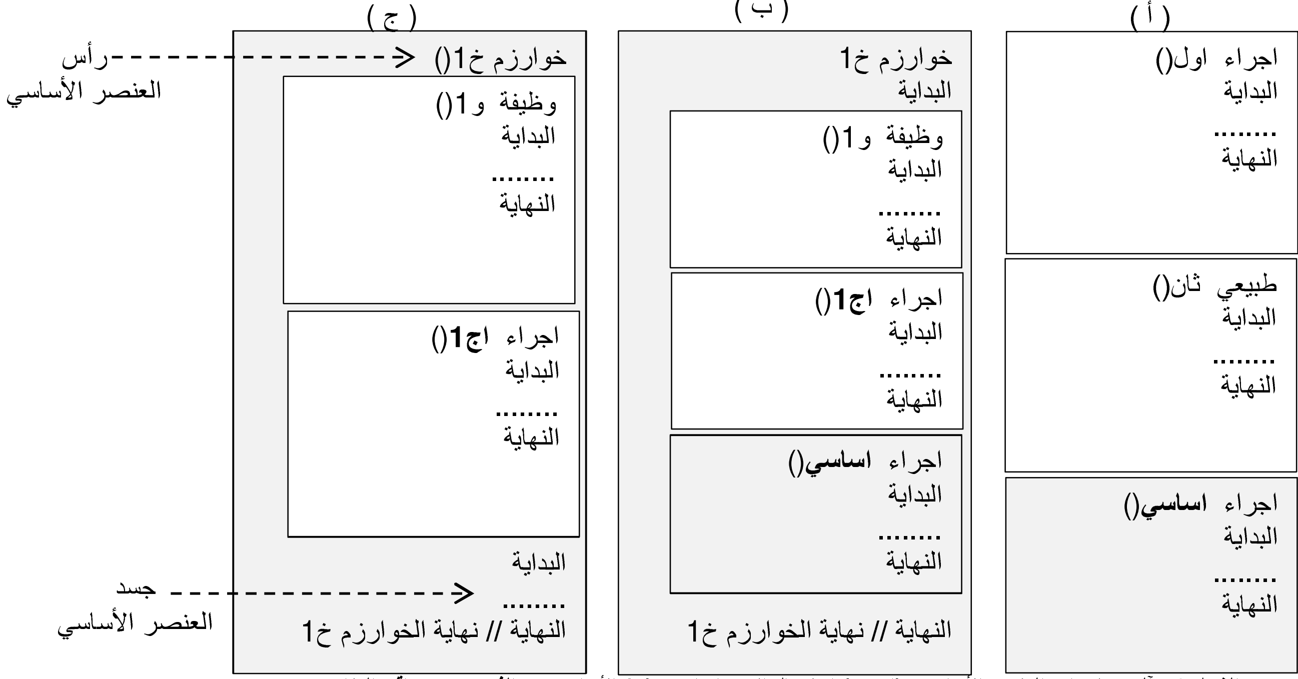
الخوارزم المركب مكون من عدة خوارزميات جزئية او ما نسميه ايضا بعناصر الخوارزم المركب، وواحد فقط من هذه العناصر له وضعية خاصة، تجعل بدايته هي بداية الخوارزم المركب، ونسمي هذا العنصر بالعنصر **الأساسي** (**الإجراء الأساسي** او **الوظيفة الأساسية** او **الخوارزم الجزئي الأساسي**) اوالعنصر الرئيسي (**الإجراء الرئيسي** او **الوظيفة الرئيسية** او **الخوارزم الجزئي الأساسي**)، وفيما يلي نستعمل احد هذه الألفاظ و مدلولهم واحد.

لإبراز **العنصر الرئيسي** من بين الخوارزميات الجزئية الأخرى، يجب علينا ان ندخل آلية ما في وصف الخوارزم المركب، وفي واقع الحال توجد عدة آليات كل واحدة خاصة باللغة التي تستعمل في وصف الخوارزم المركب، ويمكن استحداث آليات اخرى، والمهم هو ابراز **العنصر الأساسي** من بين كل العناصر الأخرى.

على سبيل المثال، من بين الآليات المستعملة، نجد في عالم الخوارزميات و لغات البرمجة الآليتين التاليتين:

أ –الآلية الأولى: العنصر الأساسي له اسم مميز: الاسم الأكثر شيوعا هو **اساسي**(الشكل 2 -(أ) و (ب))، وهذه هي الآلية المتبعة في بعض لغات البرمجة الشائعة، وفي هذه الطريقة يتمتع واضع الخوارزم ببعض الحرية والمرونة في:

- اختيار الموقع الذي يراه مناسبا له (في بداية الخوارزم، في آخره، او في اي موقع آخر)، فلا يوجد موقع معين يجب ان يوضع فيه **العنصر الأساسي**.
- اختيار نوعية العنصر(اجراء او وظيفة).



الشكل 2 : آليتين لإبراز العنصر الأساسي: (ا و ب) استعمال الاسم اساسي (ج) الأساسي هو الذي يحتوي باقي العناصر

ب - الآلية الثانية: العنصر الأساسي يحتوي باقي العناصر: في هذه الآلية، الخوارزم الأساسي **اجراء**، وفيه فقط لا نستعمل كلمة **اجراء** بل نستعمل كلمة **خوارزم**قبل اسم العنصر الأساسي، ويمكن ان يُعطى العنصر الأساسي الاسم المناسب للخوارزم، وتكون كتابة كل العناصر الأخرى بين رأس العنصر الأساسي و جسده، كما يظهر في الشكل 2 -ج

تنبيه: الطريقة التي نتبعها:

في هذا الكتاب نتبع الطريقة التالية في كتابة الخوارزميات (الشكل 2 -(ب)):

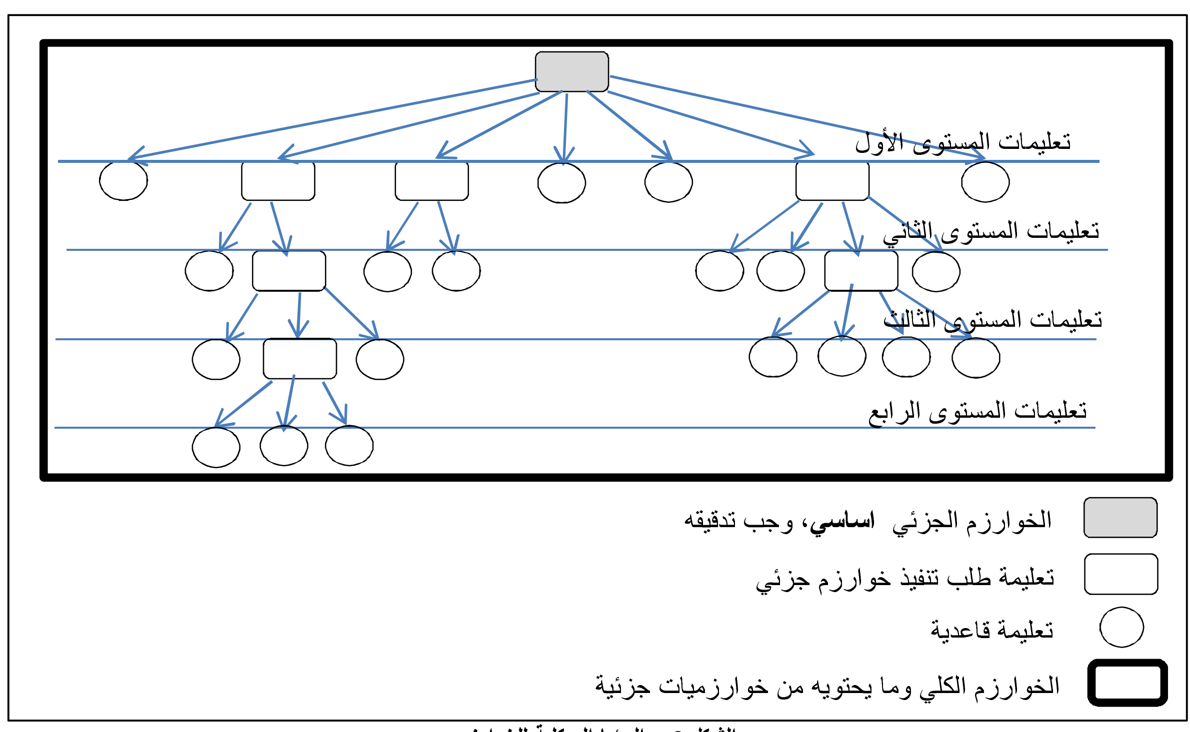
- في السطر الأول يذكر اسم الخوارزم
- العنصر الأساسي يميز بالاسم **اساسي**، ويكون **اجراءا**
- في نص الخوارزم يستحسن ان يظهر العنصر **اساسي** في آخر النص (الشكل 2_أ).

4 - محتوى العنصر الأساسي:

نذكر ان هيكلة الخوارزم مرتبطة بشكل مباشر بمنهجية تجزئة إشكال كلي، الى اشكالات جزئية اقل تعقيدا، ففي المرحلة الاولى تكتب التعليمات المعبرة عن المراحل الكبرى المؤدية الى حل الإشكال

الكلي، وكل مرحلة او تعليمة يمكن ان تكون في حد ذاتها اشكالا آخر، ونسمي تجزئة المرحلة الأولى بتجزئة المستوى الأول (الشكل 3)، فإن كانت مراحل المستوى الأول معقدة نشرع في تدقيقها، وفي التدقيق نستعمل نفس المنهجية، وتكون التجزئة هنا من المستوى الثاني، وتنته عمليات التدقيق عندما تكون كل الخوارزميات الجزئية قد عرف محتواها (اي انجزت).

في هذه المنهجية، اول خوارزم جزئي ينجز هو الخوارزم الجزئي **اساسي (الإجراء اساسي)**، وتكون تعليماته هي تعليمات المستوى الأول، وكل تعليمة تعبر عن مرحلة ما من مراحل الخوارزم **اساسي**، فان كانت المرحلة بسيطة تنجز بتعليمة او اكثر، تكتب التعليمات بالصيغة التي عرفت بها في اللغة المستعملة لكتابة الخوارزم، اما ان كانت المرحلة معقدة ، فالتعليمة المناسبة للمرحلة هي تعليمة طلب تنفيذ خوارزم جزئي خاص بالمرحلة وجب انجازه.



الشكل 3 : الرؤيا الهيكلية للخوارزم

تنبيه: فيما يلي، وحسب الإطار الذي يعالج فيه موضوعا ما، نستعمل كلمة خوارزم في السياقين التاليين:

- الكلمة تعني الخوارزم الكلي المكون من عدة خوارزميات جزئية (اجراءات و وظائف)
- الكلمة تعني خوارزم جزئي (اجراء او وظيفة)،

فمثلا اذا كتبنا "الخوارزم مكون من عدة خوارزميات اخرى"، فالكلمة الأولى تعني الخوارزم الكلي و الثانية تعني خوارزم جزئي

5 – الآلية المستعملة في تركيب الخوارزميات

تكلمنا فيما سبق عن هذه الآلية، ونعود فنذكرها بشكل اوضح.

الآلية المستعملة في جعل خوارزم ما، نسميه **الف** على سبيل المثال، مركبا من خوارزميات جزئية، نسميها على سبيل المثال **باء**، **جيم** و**هاء**، هي تعليمة طلب تشغيل خوارزم ما (او طلب تحريك، او طلب تنفيذ او انتقال التنفيذ)، ولهذه التعليمة كتابة خاصة باللغة المستعملة لكتابة الخوارزميات، ومن بين الكتابات نجد ما يلي:

- كتابة تبدأ بلفظ يدل على الطلب، كلفظ **نفذ** او لفظ **شغل** او لفظ **حرك** او غيرها من الالفاظ المشابهة، ويمثل اللفظ المستعمل اسم التعليمة، ويتبع لفظ طلب التنفيذ اسم الخوارزم المطلوب، ويتبع الاسم قوسين داخلهما عدد من المعطيات (او المعلومات، او القيم) التي يحتاجها الخوارزم ليشتغل، وعدد هذه المعطيات يساوي عدد منافذ الخوارزم المطلوب تنفيذه.
- كتابة شبيهة بالكتابة السابقة لا يذكر فيها لفظ خاص بطلب التنفيذ، فنجد فيها فقط اسم الخوارزم المطلوب متبوعا بالمعطيات بين قوسين.

5 – 1 القواعد الاساسية في كتابة طلب التنفيذ

ليتمكن واضع الخوارزم من الكتابة الصحيحة لتعليمة طلب تنفيذ خوارزم ما، يجب عليه :

- اولا معرفة شكل **رأس الخوارزم** المطلوب، و غالبا ما نطلق كلمة "**نموذج الخوارزم**" على رأس الخوارزم عندما نتعامل معه لوحده.
- احترام قواعد طلب التنفيذ، اي وضع في كل منفذ ما يناسبه من معطيات.

ومهما كانت الصيغة المستعملة في طلب تنفيذ خوارزم ما، فكل الصيغ تستعمل نفس الكتابة في كيفية سرد اسم الخوارزم والمعطيات التي تذكر في المنافذ، ففي طلب التنفيذ:

- **لا تذكر معلومات تعريف نوعية الخوارزم و نوعية المنافذ**: فلا نذكر كلمة **اجراء**، او **وظيفة**، او **مدخل** او **مخرج**، فهذه الالفاظ تذكر فقط عند التعريف بالخوارزم لا عند طلب تشغيله.
- **احترام نوعية المنفذ** : بما ان المنفذ يكون مخصصا لوضع معطيات من نوع ما، يجب عند طلب التنفيذ وضع في كل منفذ معلومة (او قيمة) من نفس النوع الذي حُدد للمنفذ عند تعريف الخوارزم ومنافذه، ونشبه هذه الحالة بنوعية ما تحتاجه السيارة لكي تشتغل، فمثلا اذا عرف محرك السيارة انه يشتغل بالبنزين، فلا يمكن ان يزود خزان وقود السيارة بالزيت او المازوت او الماء عند تشغيلها.
- **وجوب وصف معطيات كل المنافذ**، فلا يمكن مثلا وصف بين قوسين خمس معلومات لخوارزم قد عرف بثلاثة منافذ او سبعة منافذ، فلا بد من سرد كل معلومات في كل المنافذ، والمثل ينطبق على السيارة، فإذا كان محركها محرك بنزين، فلا يمكن للسيارة ان تشتغل بدون

وضع البنزين في خزان الوقود و الماء في خزان الماء لتبريد المحرك، والزيت في خزان الزيت.

- **وجوب وضع متغيرات في المخارج:** بما ان المخارج هي من بين السبل التي يخبر بها الخوارزم عن نتائجه، فلا يمكن ان نضع فيها قيمة ثابتة، بل وجب علينا وضع المتغيرة التي نتحصل من خلالها على النتيجة.

و يبين الجدول 1 بعض الأمثلة الصحيحة والخاطئة في كتابة تعليمة طلب التشغيل.

نموذج الخوارزم المطلوب	اجراء ياء (مداخل : الف، جيم ،ميم، راء مخارج: سين)	
نوعية معلومات المنافذ	الف	مدخل للأعداد الطبيعية
	جيم	مدخل للأعداد الطبيعية
	ميم	مدخل للقيم المنطقية
	راء	مدخل لسلسلة من الحروف
	سين	مدخل للقيم الحقيقية
الخوارزم الطالب	**ملاحظات و تعاليق**	
اجراء الف()		
البداية		
متغيرة طبيعية ط	التصريح بمتغيرة موجهة لتخزين الاعداد الطبيعية	
متغيرة حقيقية ح	التصريح بمتغيرة موجهة لتخزين الاعداد الحقيقية	
متغيرة منطقية م	التصريح بمتغيرة موجهة لتخزين القيم المنطقية (صحيح، خطأ)	
ياء(20، 30، صحيح، "احمد"، ح)	كتابة صحيحة	
نفذ ياء(20، 30، صحيح، "احمد"، ح)	كتابة صحيحة متساوية مع السابقة	
ياء(20، 30، صحيح، "احمد")	خطأ: عدد المنافذ التي ذكرت معلوماتها اقل من 5 (انظر نموذج الخواروم)	
ياء(1، 4، خطأ، "عمر"، 1.4)	خطأ: المخرج وهو المنفذ الخامس يجب ان يكون متغيرة و ليس قيمة ثابتة	
ياء(20، 30، صحيح، "عمر"، ط)	خطأ: المنفذ 5 يجب ان يكون قادر على استيعاب الإعدادالحقيقية	
ياء(8، 30، صحيح، "عمر"، ح)	خطأ: المنفذ 1 لا يمكنه استيعاب عددا حقيقيا	
ياء("علي"، 30، صحيح، "عمر"، ح)	خطأ: لا يمكن للمنفذ 1 استيعاب سلسلة حروف، فهو مهيأ للأعداد الطبيعية	
ياء(15،10، صحيح، "عمر"، ح، م، ط)	خطأ: عدد المعلومات اكبر من عدد المنافذ	
اجراء ياء(8، 30، صحيح، "عمر"، ح)	خطأ: كلمة اجراء تستعمل فقط عند التعريف بالخوارزم و ليس عند طلب تنفيذه	
ياء(ط، ط، م، "عمر"، ح)	كتابة صحيحة، بدل القيم الثابة، استعملنا ما تحتويه المتغيرات ط ، م	
ياء(مداخل:ط، ط،م،"عمر"،مخارج: ح)	خطأ: كلمتي مداخل ومخارج تستعمل عند التعريف و ليس في طلب تنفيذ	
النهاية		

جدول 1 : بعض الكتابات الصحيحة و الخاطئة في كتابة تعليمة طلب تنفيذ خوارزم

هام جدا: يجب التفريق عند الكتابة بين الكتابة التي فيها يعرف رأس الخوارزم والكتابة التي فيها يطلب تنفيذ الخوارزم بذكر رأسه فقط، ففي مرحلة التعريف يجب ان نعرف بالإسم وا سماء المنافذ و نوعيتها، اما

في طلب التنفيذ فيجب ذكر الإسم والمعطيات التي توضع في المنافذ، فمثلا اذا كان التعريف على الشكل التالي: "**اجراء ياء(مداخل طبيعية :الف، جيم ،ميم)**، فطلب التنفيذ يكون مثلا على الشكل التالي:

ياء(12، 123، 65)؛ او **نفذ ياء(12، 123، 65)؛**

5 – 2 مزايا هيكلة الخوارزميات

من المزايا الكبيرة لهيكلة الخوارزميات وجعلها مركبة من عدة خوارزميات صغيرة ما يلي:

اعادة استعمال الخوارزم في تركيب الخوارزميات:

عند تجزئة اي إشكال لإشكالات ثانوية اصغر واقل تعقيدا، يمكن ان ننجز لكل إشكال ثانوي خوارزم جزئي غير مرتبط حيويا بالإشكال الكليي، و يصبح الخوارزم جزئي كقطعة مستقلة، غير مرتبطة في حقيقتها بإشكال ما، فهدف القطعة هو التعاطي مع إشكال صغير يمكن ان يكون متواجدا في إشكالات اخرى.

ولكون الخوارزم الجزئي غير مرتبط بأي اشكال كبير، فيمكن اذا اعادة استعماله لتركيب خوارزميات معقدة اخرى، فإعادة استعمال قطعة توفر الوقت والجهد والمال، اذ لا يعاد الخوض في دراسة وفهم الإشكال الذي تعالجه القطعة ولا يعاد انجازها والتحقق من فعاليتها وجودتها، وتعتبر خاصية **اعاده الاستعمال** من ابرز الخصائص التي يجب على كاتب اي خوارزم ان يراعيها ويحرص عليها عند انجازه لخوارزم ما، مهما كان صغيرا او معقدا.

سهولة تحديد واصلاح العيوب:

اذا حدث وان كان في الخوارزم عيب ما، غالبا ما يكون العيب محصورا في قطعة ما، فكلما كانت القطعة صغيرة وغير مرتبطة حيويا بالمحيط الذي استعملت فيه، كلما سهل تحديد العيب واصلاحه.

6 - الخوارزميات المعتادة

في عالم الخوارزميات، وكذا عالم كتابة البرامج، يلجأ واضع الخوارزم الى استعمال وظائف واجراءات دون ان يتحمل عبئ انجازها، فواضع اي خوارزم او اي قطعة منه يعتبر ان تلك الوظائف او الإجراءات معلومة عند المنفذ (هنا الحاسوب) و تعتبر بمثابة تعليمات من التعليمات الأساسية لكل خوارزم، فمثلا من بين الوظائف الشائعة والمعتادة:

- **الوظائف الرياضية:** كوظيفة ايجاد الجذر التربيعي لعدد ما، ووظيفة حسابة الجيب، والجيب التمام، وحسابة الأضعاف المضاعفة (او قوة عدد ما)، وحسابة **لوغاريتم** عدد ما بالنسبة لأساس ما، ، الخ،
- **اجراءات الرسم** على الشاشة كإجراء اختيار اللون، و رسم الخطوط و المستطيلات، والدوائر الخ ..،

- **وظائف التفاعل** مع المحيط الخارجي ككتابة و ارسال و قراءة و تلقي البلاغات و المعلومات.

ولاستغلال الوظائف والإجراءات المعتادة في كتابة خوارزم، يَكْفِ معرفة رأس الأجراء او الوظيفة فقط (جدول 2).

الإشكال المستهدف	رأس القطعة (اجراء او وظيفة)
ايجاد الجذر التربيعي لعدد صحيح	صحيح جذرت(المداخل: عدد_حقيقي)
حساب جيب عدد صحيح يمثل زاوية ما	صحيح جيب(المداخل: الزاوية)
حساب جيب تمام لزاوية ما	صحيح جيبت(المداخل: الزاوية)
حساب قوة عدد صحيح	صحيح قوة(المداخل: عدد_صحيح، القوة)
حسابة **لوغاريتم** عدد ما بالنسبة لقاعدة ما	صحيح لغ(المداخل: عدد_صحيح، القاعدة)
انتاج عدد عشوائي بين عددين	طبيعي عشوائي(المداخل: عدد_اول، عدد_ثاني)
اختيار اللون	اجراء حدد_اللون (المداخل: عدد_حقيقي)،
رسم خط مستقيم بلون قد اختير من قبل	اجراء ارسم_خط (المداخل: احداثيات نقطتين)،
رسم محيط مستطيل بلون قد اختير من قبل	اجراء ارسم_مستطيل (المداخل: احداثيات نقطتين)،
رسم مستطيل ممتلئ بلون قد اختير من قبل	اجراء املأ_مستطيل (المداخل: احداثيات نقطتين)،
رسم محيط دائرة بلون قد اختير من قبل	اجراء ارسم_دائرة (المداخل: احداثيات نقطتين)،
رسم دائرة ممتلئة بلون قد اختير من قبل	اجراء املأ_دائرة (المداخل: احداثيات نقطتين)،
التحصل على عرض مساحة الرسم المستعملة	طبيعي هات_العرض()
التحصل على علو مساحة الرسم المستعملة	طبيعي هات_العلو()
كتابة البلاغات	اجراء اكتب(المخارج: سلسلة_من_الحروف)
تلقي معلومة او اكثر عبر المخارج العادية	اجراء اقرأ(المخارج: متغيرة او أكثر)
تلقي حرف واحد عبر منفذ الخروج	حرف اقرأ()
تلقي عدد طبيعي واحد عبر منفذ الخروج	طبيعي اقرأ()
تلقي سلسلة من الحروف عبر منفذ الخروج	سلسلة_حروف اقرأ()
تلقي عدد حقيقي واحد عبر منفذ الخروج	حقيقي اقرأ()

جدول 2: عينة من التعليمات المعتادة

6 - 1 كيفية استغلال الإجراءات والوظائف المعتادة

المثال الأول: استعمال القيم الثابتة: إذا اردنا ان نكتب تعليمة تقوم بحساب **الجذر التربيعي** للعدد 9، نستعمل مباشرة الوظيفة المسماة "**جذرت**" فنكتب: "**جذرت(9)**"

ونشير هنا الى انه يجب علينا ان نضع في المدخل عددا حقيقيا (الجدول 1)، والرمز 9 عدد طبيعي وهو في نفس الوقت عدد حقيقي، فيمكن كتابته على الشكل **9.0**، فتصبح كتابة التعليمة السابقة كالتالي: "**جذرت(9.0)**" وهذه الكتابة الأخيرة هي المستحسنة لكونها تظهر جليا للقارئ نوعية القيمة التي وفرت للوظيفة المسماة "**جذرت**"، وتجعل وصف التعليمة ادق.

المثال الثاني: استعمال المتغيرات : يمكن وضع متغيرة تحتوي على قيمة معلومة في مداخل الوظيفة عندما نطلب تشغيلها، كما هو الحال في الكتابة التالية:

س = 15.77
جذرت(س)

المثال الثالث: استعمال قيم العبارات: يمكن ان نضع عبارة معقدة جدا في مدخل الوظيفة، شرط ان تكون نتيجة تقييم العبارة قيمة حقيقية، كما يظهر في الكتابة التالية:

س = 145.76،
ك = 5.9،
جذرت(س*2 + ك/21 + س*ك + 675.98)،

6 - 2 كيفية استغلال ما ترجعه الوظائف عبر منفذ الرجوع

ماذا يحدث لو كتبنا في خوارزم ما تعليمة تشغيل الوظيفة **جذرت** على الاشكال السابقة، اي

- **جذرت(9.0)،**
- **جذرت(س)**
- **جذرت(س*2 + ك/21+ س*ك +675.98)**

عندما تنفذ التعليمة **جذرت**، تقوم الوظيفة المشار اليها في التعليمة بحساب الجذع التربيعي للقيمة المتوفرة في مدخلها، وعندما تنه الوظيفة "**جذرت**" عملها، ترجع النتيجة عبر "**منفذ الرجوع**"، وهي الجذع التربيعي للقيمة التي وفرت في المدخل، وبما ان التعليمة لا تحتوي الا على طلب تنفيذ الوظيفة "**جذرت**"، **ولم نوفر في الكتابة أي وعاء لاستقبال النتيجة**، فسوف لن نتمكن بعد انتهاء تنفيذ الوظيفة المشار اليها في التعليمة، من الوصول الى النتيجة واعادة استعمالها في المراحل التالية من الخوارزم.

حتى نتمكن من استعمال النتيجة بعد تنفيد الوظيفة المشار اليها في التعليمة، يجب علينا ان نوفر في كتابة التعليمة **وعاء لالتقاط النتيجة** التي تخرج من "**منفذ الرجوع**"، و الوعاء متغيرة قادرة على تحمل نوعية النتيجة، اي قيمة حقيقية، فاذا فرضنا ان **جت1** هو اسم متغيرة قادرة على استيعاب القيم الحقيقية، و نريد ان نضع فيها القيمة التي ترجعها الوظيفة، نكتب ما يلي:

جت1 = جذرت(9.0)؛

6 - 3 : مثال توضيحي: الخوارزم اختر عملية لعددك

السلوك النظري: يحتوي خوارزم الشكل 5 و النص 1، على بعض الأمثلة لكيفية استغلال بعض الوظائف الشائعة الاستعمال. في البداية، يطلب الخوارزم من المستعمل اعطاءه قيمة حقيقية ما، ثم يطلب ان يختار العملية التي يريد ان تنفذ على العدد الذي ادخل، وعندما يدخل المستعمل العدد ويختار العملية،

يقوم الخوارزم اولا بالتعرف على خيار المستعمل ثم يطبق الخيار على العدد الذي وفره المستعمل، وتطبيق الخيار يكون بطلب تنفيذ الخوارزم المعتاد المناسب.

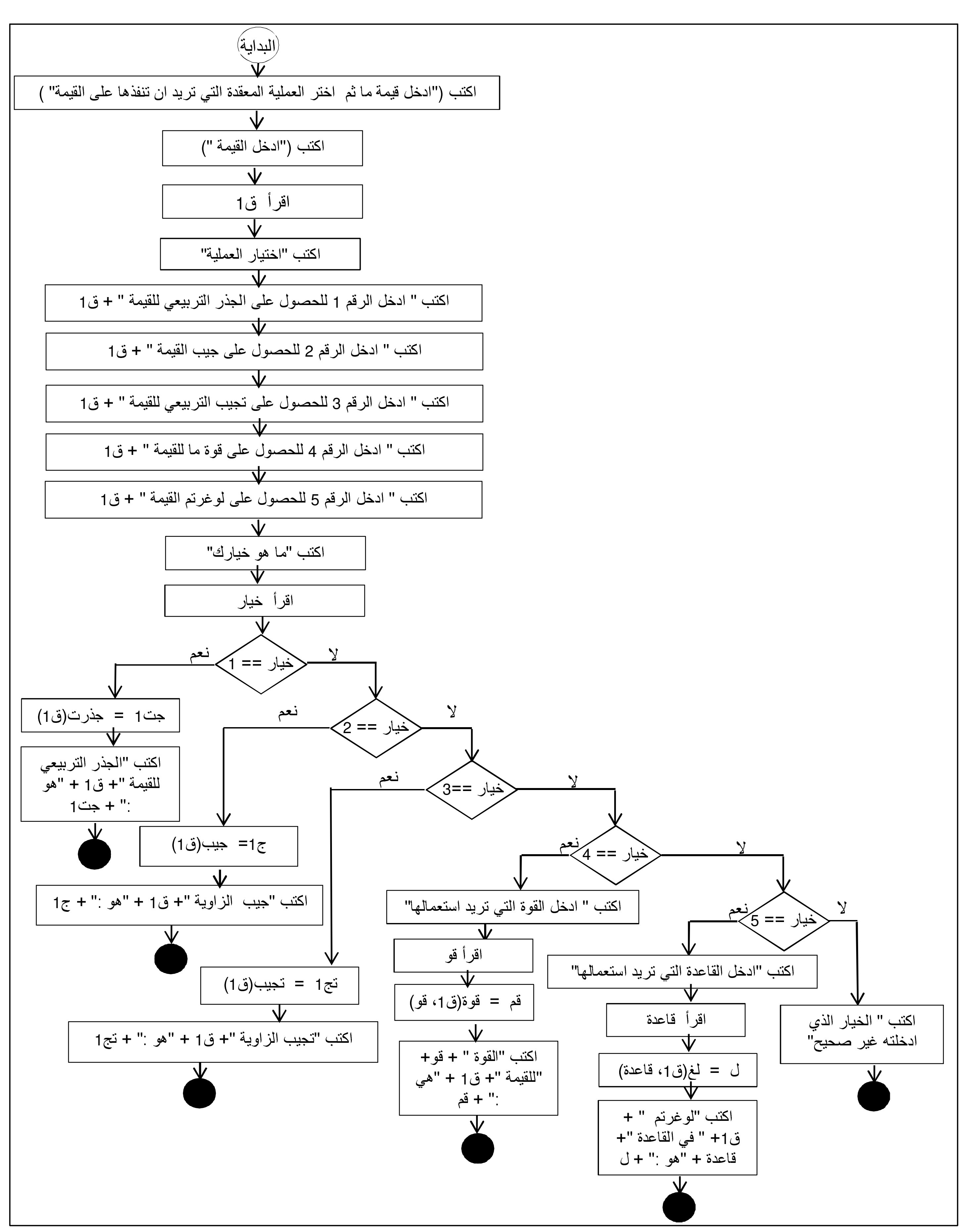
ملاحظات :

- في صياغة هذا الخوارزم استعملنا الرمز **==** للمقارنة بين متغيرة و قيمة، واستعملنا الرمز = لشحن قيمة في متغيرة.
- في خارطة الانسياب استعملنا التعليمة الشرطية المنطقية بجناحيها: "**نعم**" و"**لا**"، و في ترجمتها الى النص لا نرى وجودا للكتلة"**لا**" التي تبدأ باللفظ "**والا**"، فلو اتبعنا ترجمة حرفية لتحصلنا على نص معقد كما سوف نراه في الفصول التالية. في هذه الترجمة قمنا باستغلال خاصية انتهاء الخوارزم في **الفرع نعم**، فانتهاء الخوارزم في **الفرع**"**نعم**" يجعل من المستحيل الإنتقال الى **كتلة** "**لا**" بعد انتهاء **كتلة** "**نعم**"، فعندما نكون في مثل هذه الحالة تصبح التعليمة"**والا**" غير ضرورية، فنكتب تعليمات **الفرع**"**لا**" مباشرة بعد تعليمات **الفرع**"**نعم**" دون استعمال التعليمة "**والا**"، وكأن التعليمة الشرطية تتفرع فقط الى فرع واحد هو **فرع**"**نعم**".

السلوك الفعلي الأول : يمثل محتوى الشاشة الظاهرة في الشكل 4 نتيجة استعمال الخوارزم لحساب جيب زاوية قيمتها 90 درجة، فنرى باللون الأبيض البلاغات التي يرسلها الخوارزم بفعل التعليمة "**اكتب**"، و نرى رد المستعمل باللون الأخضر، ويلتقط الخوارزم هذا الرد بفضل التعليمة "**اقرأ**"، ففي اول الأمر يرد المستعمل بإعطاء قيمة الزاوية اي 90، ثم يرد المستعمل بالخيار 2 الذي يمكن من تنفيذ الوظيفة المعتادة "**جيب**"، و بعد ان تكمل الوظيفة "**جيب**" ويتحصل منها الخوارزم على القيمة المطلوبة، يرسل الخوارزم هذه الأخيرة الى الشاشة في اطار البلاغ: "**جيب الزاوية 90 هو : 1**".

```
ادخل قيمة ما ثم  اختر العملية المعقدة التي تريد ان تنفذها على القيمة
ادخل القيمة
90
اختيار العملية
ادخل الرقم 1 للحصول على الجذر التربيعي للقيمة  90
ادخل الرقم 2 للحصول على جيب القيمة  90
ادخل الرقم 3 للحصول على تجيب التربيعي للقيمة  90
ادخل الرقم 4 للحصول على قوة ما للقيمة  90
ادخل الرقم 5 للحصول على لوغرتم القيمة  90
ما هو خيارك
2
جيب  الزاوية 90  هو :1
```

الشكل 4 : نتيجة السلوك الأول لخوارزم النص 1



الشكل 5 : خوارزم اختر عملية لعددك، يتيح للمستعمل اختيار العملية المعتادة للقيمة التي يدخلها

```
خوارزم اختر_عملية_لعددك
البداية
  اجراء اساسي()
  البداية
    اكتب ("ادخل قيمة ما ثم  اختر العملية المعقدة التي تريد ان تنفذها على القيمة" )
    اكتب ("ادخل القيمة ")
    اقرأ ق1،
    اكتب "اختيار العملية"
    اكتب " ادخل الرقم 1 للحصول على الجذر التربيعي للقيمة " + ق1،
    اكتب " ادخل الرقم 2 للحصول على جيب القيمة " + ق1،
    اكتب " ادخل الرقم 3 للحصول على تجيب التربيعي للقيمة " + ق1،
    اكتب " ادخل الرقم 4 للحصول على قوة ما للقيمة " + ق1،
    اكتب " ادخل الرقم 5 للحصول على لوغرتم القيمة " + ق1،
    اكتب "ما هو خيارك "
    اقرأ  خيار،
    اذا كان (خيار == 1)
    البداية
        جت1  =  جذرت(ق1)،
        اكتب "الجذر التربيعي للقيمة "+ ق1 + "هو :" + جت1،
        ارجع،
    النهاية

    اذا كان (خيار == 2)
    البداية
        ج1  =  جيب(ق1)،
        اكتب "جيب  الزاوية "+ ق1 + "هو :" + ج1،
        ارجع،
    النهاية

    اذا كان (خيار == 3)
    البداية
        تج1  =  تجيب(ق1)،
        اكتب "تجيب الزاوية "+ ق1 + "هو :" + ج1،
        ارجع،
    النهاية

    اذا كان (خيار == 4)
    البداية
        اكتب " ادخل القوة التي تريد استعمالها"
        اقرأ  قو
        قم  =  قوة(ق1، قو)،
        اكتب "القوة " + قو+ "للقيمة "+ ق1 + "هي :" + قم،
        ارجع،
    النهاية

    اذا كان (خيار == 5)
    البداية
        اكتب " ادخل القاعدة التي تريد استعمالها"
        اقرأ  قاعدة
        ل  =  لغ(ق1، قاعدة)،
        اكتب "لوغرتم  " + ق1+ " في القاعدة "+ قاعدة + "هو :" + ل،
        ارجع،
    النهاية
    اكتب " الخيار الذي ادخلته غير صحيح"
  النهاية
النهاية
```

النص 1 : نص خوارزم الشكل 5

السلوك الفعلي الثاني : يمثل محتوى الشاشة الظاهرة في الشكل 6 نتيجة استعمال الخوارزم لحساب 5 قوة 3 (اي 5 *5 *5) ، ففي هذا السلوك يدخل المستعمل العدد 5، ثم يدخل الخيار 4 الذي يمكن من تنفيذ الوظيفة المعتادة **"قوة"**، وبما ان الوظيفة **"قوة"** تحتاج الى معلومتين، يطلب الخوارزم من المستعمل افادته بالقوة التي يريد استعمالها، فيرد المستعمل بإدخال القيمة 3، و بعد التقاط هذه المعلومة الأخيرة يطلب الخوارزم خدمة الوظيفة المعتادة **قوة، و** يضع في مدخليها القيمتين 5 و 3 بواسطة المتغيرتين **ق1** و **قو**، وبعدان تنجز الوظيفة قوة عملها يتحصل منها الخوارزم على القيمة المطلوبة, ثم يرسلها الى الشاشة في اطار البلاغ: **"القوة 3 للقيمة 5 هي : 125".**

ادخل قيمة ما ثم اختر العملية المعقدة التي تريد ان تنفذها على القيمة
ادخل القيمة
5
اختيار العملية
ادخل الرقم 1 للحصول على الجذر التربيعي للقيمة 5
ادخل الرقم 2 للحصول على جيب القيمة 5
ادخل الرقم 3 للحصول على تجيب التربيعي للقيمة 5
ادخل الرقم 4 للحصول على قوة ما للقيمة 5
ادخل الرقم 5 للحصول على لوغرتم القيمة 5
ما هو خيارك
4
ادخل القوة التي تريد استعمالها
3
القوة 3 للقيمة 5 هي : 125

الشكل 6 : نتيجة السلوك الثاني لخوارزم النص 1

7 : مثال توضيحي لأهمية هيكلة الخوارزميات:

هذا المثال يتطرق لإنجاز خوارزم يعالج إشكالية حل معادلة من الدرجة الثانية، وهذا إشكال سهل نوعا ما، ومن خلال هذا المثال نبرز فوائد الهيكلة الجيدة للخوارزم المبنية على فهم جيد للإشكال وما يحيط به.

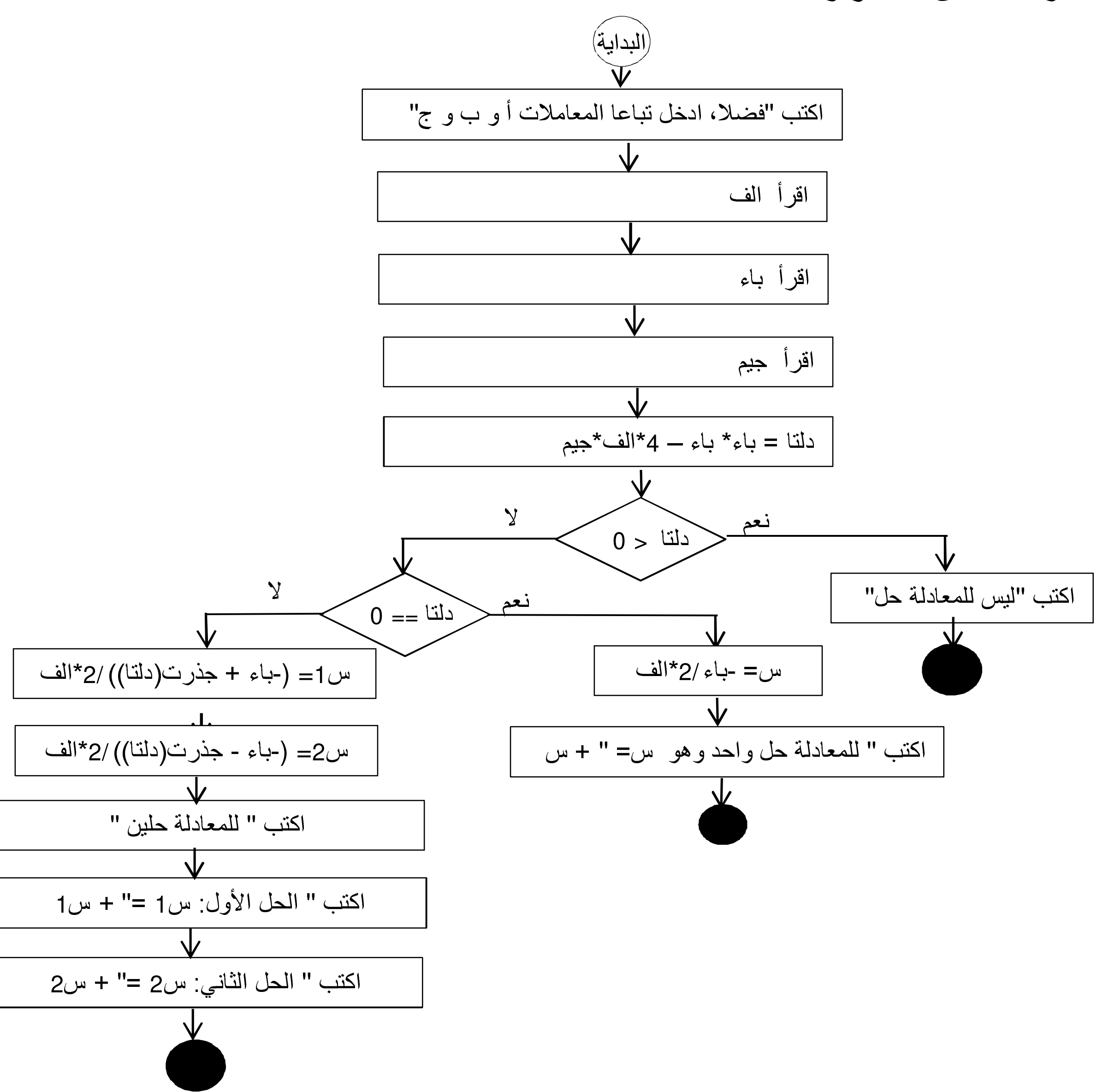
7 - 1 السلوك النظري للخوارزم

يظهر الشكل 7 خارطة الانسياب لخوارزم حل معادلة من الدرجة الثانية، اس^2 + **ب**س+ **ج**

- في البداية يتفاعل الخوارزم مع المستفيد ليتحصل على المعاملات ا و **ب** و **ج**، عبر التعليمتين **اكتب** و **اقرأ**،
- بعد الحصول على المعاملات ا و **ب** و **ج** في المتغيرات **الف** و **باء** و **جيم**، يقوم الخوارزم بحساب قيمة **دلتا**،
- بعد تحصله على قيمة **دلتا**، يتخذ الخوارزم القرارات التالية حسب ما في المتغيرة **دلتا**:
  - o فإن كانت قيمة **دلتا** سالبة، يبلغ الخوارزم المستعمل كاتبا له **"ليس للمعادلة حل"**.

- وان كان الصفر هو قيمة دلتا، يبلغ الخوارزم المستعمل كاتبا له "**للمعادلة حل واحد وهو س**=" وتتبع هذه الكتابة، كتابة قيمة الحل.
- وان كانت قيمة **دلتا** اكبر من الصفر، يبلغ الخوارزم المستعمل كاتبا له **للمعادلة حلين** وتتبع هذه الكتابة كتابة القيمتين الممثلتين للحلين.

و يظهر النص 1 نتيجة تحويل خارطة انسياب الشكل 1 الى نص، وهذا النص مكون من عنصر واحد فقط وهو العنصر **أساسي** ، وهكذا تكون هذه النسخة من خوارزم حل معادلة من الدرجة الثانية مكونة فقط من عنصر واحد.



الشكل 7 : خوارزم حل معادلة من الدرجة الأولى

```
خوارزم حل_معادلة_من_الدرجة_الأولى
البداية
    اجراء اساسي ()
    البداية
        اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملات أ ، ب ، ج"
        اقرأ الف
        اقرأ باء
        اقرأ جيم
        دلتا = باء* باء – 4*الف*جيم
        اذا كان (دلتا < 0)
        البداية
            اكتب "ليس للمعادلة حل"
            ارجع
        النهاية
        اذا كانت (دلتا == 0)
        البداية
            س= -باء /2*الف
            اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + س
            ارجع
        النهاية
        س1= (-باء + جذرت(دلتا)) /2*الف
        س2= (-باء - جذرت(دلتا)) /2*الف
        اكتب " للمعادلة حلين"
        اكتب " الحل الأول: س1 =" + س1
        اكتب " الحل الثاني: س2 =" + س2
        ارجع /* هذه التعليمة غير ضرورية كونها تسبق النهاية */
    النهاية
النهاية /* نهاية نص الخوارزم */
```

النص 2 : النسخة الاولى للنص المطابق لخارطة الانسياب الظاهرة في الشكل 7

7 – 2 ضعف النسخة الأولى لخوارزم حل معادلة من الدرجة الثانية

رغم صحتها، تعاني النسخة الأولى من عيبين:

- العيب الأول هيكلي، فالخوارزم الذي هو اساسا موجه لحل معادلة من الدرجة الثانية، يتطرق في حقيقته الى معالجة اشكالين:
    - الإشكال الأول هو الإشكال الأساسي الذي من اجله وضع الخوارزم، اي حل معادلة من الدرجة الثانية
    - الإشكال الثاني هو اشكال غير مرتبط بالإشكال الأساسي، وهو اشكال يعالج كيفية تفاعل الخوارزم مع المستفيد من اجل:
        - الحصول على المعاملات ا، **ب ، ج.**
        - إخبار المستفيد بنتيجة عملية حل المعادلة.
- العيب الثاني هو حصر المستفيد من هذا الخوارزم لبشر يتفاعل مع الخوارزم عبر الشاشة ولوحة الحروف، فالخوارزم على شكله الحالي مرتبط ارتباطا حيويا بطريقة واحدة في التفاعل

مع المحيط (التفاعل عبر ل وحة المفاتيح والشاشة)، فلا يمكن مثلا استعمال النسخة الحالية للتفاعل مع خوارزم آخر او مع بشر عبر شبكة الحواسب.

7 – 2 النسخة الثانية: لكل إشكال خوارزما خاصا

النسخة الثانية تختلف عن الأولى بكيفية التحليل و فهم الإشكال و كذلك **بالرغبة في انجاز عناصر يمكن اعادة استعمالها** بكل سهولة في ظروف أخرى.

فالتحليل و الفهم الجيد يؤديان الى التفريق بين نشاطين:

- النشاط الأول هو حل معادلة من الدرجة الثانية.
- النشاط الثاني هو كيفية استغلال الخوارزم في محيط ما من قبل مستفيد ما.

و بهذه الطريقة في التحليل، يظهر جليا ان الخوارزم مكون على الأقل من خوارزمين جزئيين:

- الخوارزم الجزئي الأول، وهدفه حل المعادلات من الدرجة الثانية.
- الخوارزم الجزئي الثاني، وهدفه التفاعل مع مستفيد ما، وبشكل ادق مع المحيط الذي فيه يستغل الجزء الأول.

تسمية الخوارزميين الجزئيين:

من المهم جدا تحديد اسم كل خوارزم جزئي قبل البدء في انجازه، فنسمي

- **"حل_معادلة_د2"** الخوارزم الجزئي الأول.
- **"تفاعل_عبر_لحش"** الخوارزم الجزئي الثاني (تفاعل عبر لوحة الحروف والشاشة).

انجاز الخوارزم حل_معادلة_د2

يتكفل الخوارزم الجزئي **حل_معادلة_د2** بحل معادلة من الدرجة الثانية، وقبل الشروع في انجازه نجيب على التساؤلات التالية:

- ما هي المعطيات التي يجب توفيرها للخوارزم ليتمكن من انجاز عمله، اي ما هي المداخل التي يستعملها الخوارزم للحصول على المعطيات وما هي نوعية المعطيات التي يجب توفيرها في المداخل وقت طلب تنفيذ الخوارزم.
- ما هي النتائج التي يوفرها الخوارزم ، وعبر اي آلية يوفر الخوارزم هذه النتائج لمن طلب تنفيذه، وبصفة ادق ما هي مخارج الخوارزم ونوعية المعطيات التي توفر عبر المخارج.

مداخل الخوارزم حل_معادلة_د2

حتى يتمكن الخوارزم **حل_معادلة_د2** من انجاز عمله، لا بد له من القيم الممثلة للمعاملات أ، **ب** ، **ج**، زلتوفير هذه القيم للخوارزم، لابد ان يكون لهذا الأخير مداخل وهكذا يظهر جليا ان للخوارزم **حل_معادلة_د2** ثلاث مداخل:

- المدخل الأول للالتقاط قيمة المعامل أ

- المدخل الثاني للالتقاط قيمة المعامل **ب**
- المدخل الثالث للالتقاط قيمة المعامل **ج**

مخارج الخوارزم حل_معادلة_د2

النتائج التي يوفرها الخوارزم للمستفيد تظهر على نوعين:

- نتيجة تخبر هل للمعادلة حل او لا، وان كان للمعادلة حل، فهل هو حل واحد أو حلين,
- نتيجة الحل ان كان للمعادلة حلا او حلين.

وهكذا يظهر ان الخوارزم يمكن ان يرجع ثلاث قيم، قيمة تدل على وجود حل، أوحلين او عدم وجود اي حل، وقيمة في حالة وجود حل واحد، و قيمة اخرى في حالة وجود حلين، وهكذا نرى انه لابد للخوارزم ان يوفر ثلاث مخارج:

- **المخرج الأول:** لمعرفة هل للمعادلة حل ، او حلين او هي بدون حل، وللتعبير على هذه الحالات نستعمل طريقة سهلة و بدائية:
  - اذا كانت قيمة المخرج هي 0، فالمعادلة لا حل لها.
  - اذا كانت قيمة المخرج هي 1، فللمعادلة حلا واحدا موجود في المخرج الثاني.
  - اذا كانت قيمة المخرج هي 2، فللمعادلة حلين، الأول موجود في المخرج الثاني، والحل الثاني موجود في المخرج الثالث
- **المخرج الثاني**: يستعمل لإخراج قيمة الحل الوحيد ان كان للمعادلة حلا واحدا او الحل الأول ان كان للمعادلة حلين.
- **المخرج الثالث:** يستعمل لإخراج قيمة الحل الثاني ان كان للمعادلة حلين.

تحديد نوعية الخوارزم حل_معادلة_د2، هل هو اجراء او وظيفة؟

يعود القرار بجعل الخوارزم "**حل_معادلة_د"2 اجراءا** او **وظيفة** الى الكيفية التي نريد ان يستعمل بها الخوارزم وطبيعة المخارج المستعملة.

- فإذا صرحنا بكل المخارج، ولا نريد استعمال اي مخرج آخر، فان العنصر يصبح **اجراءا** (النص 3).
- اما اذا استعملنا منفذ الرجوع، المصرح به ضمنيا عبر نوعية المعلومة التي يرجعها الخوارزم، وصرحنا بباق المخارج داخل القوسين، فإن الخوارزم **حل_معادلة_د2** يصبح وظيفة، وفيما يخص النص 4، فقد استعمل منفذ الرجوع لتلقي خبر وجود حل او حلين او لا حل، وبما ان مخرج الرجوع يلعب دور المخرج **حل** في النص 3 فلا ضرورة لإستعمال المخرج **حل** في النص 4.
-

```
اجراء حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج ؛مخارج :حالة_حل، س1، س2)
البداية
    دلتا = ب*ب – 4*ا*ج
    اذا كانت (دلتا < 0)
    البداية
        حالة_حل = 0
        ارجع
    النهاية
    اذا كانت (دلتا == 0)
    البداية
        س1  =  -ب/ 2*ا
        حالة_حل = 1
        ارجع
    النهاية
    س1  =  (-ب + جذع_تربيعي(دلتا))  /  2*ا
    س2  =  (-ب - جذع_تربيعي(دلتا))  /  2*ا
    حالة_حل = 2
    ارجع /* هذه التعليمة غير ضرورية كونها تسبق النهاية، يمكن حذفها * /
النهاية
```

النص 3: الخوارزم حل_معادلة_د2 كإجراء

```
طبيعي حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج ؛مخارج : س1، س2)
البداية
    دلتا = ب*ب – 4*ا*ج
    اذا كانت (دلتا < 0)
    البداية
        ارجع 0
    النهاية
    اذا كانت (دلتا == 0)
    البداية
        س1  =  -ب/ 2*ا
        ارجع 1
    النهاية
    س1  =  (-ب + جذع_تربيعي(دلتا))  /  2*ا
    س2  =  (-ب - جذع_تربيعي(دلتا))  /  2*ا
    ارجع 2
النهاية
```

النص 4: الخوارزم حل_معادلة_د2 كوظيفة

في حالة اما اذا اخترنا ان يكون الخوارزم وظيفة، وجب علينا تحديد نوعية القيمة التي ترجعها الوظيفة، فمثلا، في حالنا، يمكن ان تكون القيمة التي يرجعها الخوارزم قيمة طبيعية من 0 الى 2، فإن كانت المعادلة بدون حل ، يرجع الخوارزم القيمة 0، وإن كان للمعادلة حل واحد، يرجع الخوارزم القيمة 1، وإن كان للمعادلة حلين ، يرجع الخوارزم القيمة 2، ويمكن الوصول الى قيمة الحل او الحلين عبر المخرجين س1 و س2.

الخصائص الهامة للخوارزم حل_معادلة_د2 :

يظهر جليا من النص 3 والنص 4 ان الخوارزم **"حل_معادلة_د2** " خال من اي تعليمات غير تلك التي من خلالها يقوم الخوارزم بحل معادلات الدرجة الثانية، مما يجعل هذا العنصر غير مرتبط بأي محيط، ويجعله قادرا على التكيف مع مختلف الوضعيات، فمن اراد من الخوارزم **"حل_معادلة_د2"** خدمة حل معادلات الدرجة الثانية، فعليه فقط ان يوفر له القيم أ، **ب** ، **ج**، و يطلب تنفيذه.

انجاز الخوارزم "تفاعل_عبر_لحش":

كما سبق وذكرنا، فإن الهدف الأساسي للخوارزم " **تفاعل_عبر_لحش'** هو التفاعل عبر لوحة الحروف والشاشة مع المستفيد، فيقوم الخوارزم اولا بالحصول على المعاملات ا، **ب**، **ج** وبعد ان تُحل المعادلة، يُخبر المستفيد بنتائج عملية الحل، وبين العمليتين، اي عملية طلب قيم المعاملات ا، **ب**، **ج**، وعملية اخبار المستفيد بنتيجة الحل، يطلب الخوارزم" **تفاعل_عبر_لحش** " من الخوارزم"**حل_معادلة_د2**" حل المعادلة و يوفر المعاملات ا، **ب**، **ج** التي تحصل عليها من المستعمل، وعندما ينته الخوارزم **"حل_معادلة_د2"** من عمله، يتحصل الخوارزم **"تفاعل_عبر_لحش"** على النتائج من خلال مخارج الخوارزم **حل_معادلة_د2**، كما يظهر في النص 5.

```
اجراء تفاعل_عبر_لحش ()
البداية
    اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملات أ ، ب ، ج"
    اقرأ الف
    اقرأ باء
    اقرأ جيم
    حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، نوعية_الحل، حل1، حل2)
    اذا كان (نوعية_الحل == 0)
    البداية
        اكتب "ليس للمعادلة حل"
        ارجع
    النهاية
    اذا كانت (نوعية_الحل == 1)
    البداية
        اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1
        ارجع
    النهاية
    اكتب " للمعادلة حلين"
    اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1
    اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2
النهاية
( أ )
```

```
اجراء تفاعل_عبر_اللوحة_و_الشاشة ()
البداية
    اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملات أ ، ب ، ج"
    اقرأ الف
    اقرأ باء
    اقرأ جيم
    نوعية_الحل = حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، حل1، حل2)
    اذا كان (نوعية_الحل == 0)
    البداية
        اكتب "ليس للمعادلة حل"
        ارجع
    النهاية
    اذا كانت (نوعية_الحل == 1)
    البداية
        اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1
        ارجع
    النهاية
    اكتب " للمعادلة حلين"
    اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1
    اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2
النهاية
( ب )
```

النص 5 : الإجراء تفاعل_عبر_لحش يستعمل (أ) الإجراء حل_معادلة_د2 (ب) الوظيفة حل_معادلة_د2

ماذا ينقص في تركيبة الخوارزم الكلي حتى يُمكن تنفيذه

كما ذكرناه من قبل، يجب على الخوارزم الكلي ان يحتوي على الخوارزم **أساسي** ليكون مكتملا، وعلمنا ايضا ان سلوك الخوارزم ينطلق من اول تعليمة في **أساسي**، وهكذا يكون الخوارزم في نسخته الثانية مكونا من ثلاثة اجزاء:

- **طبيعي حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج ؛مخارج : س1، س2)**
- **اجراء تفاعل_عبر_لحش** ()
- **اجراء اساسي** ()

محتوى الخوارزم الجزئي أساسي:

اذا رجعنا الى السلوك العام للخوارزم كما اشرنا اليه في البداية، نجده كما يلي:

- يقوم الخوارزم في اول الأمر بالتفاعل مع المستفيد، للحصول على المعاملات ا، **ب و ج.**
- بعد الحصول على المعاملات يقوم بحل المعادلة.
- بعد الحل يخبر الخوارزم عن نتائج عملية الحل.

التفاعل مع المستفيد هو اول ما يقوم به الخوارزم، وفي النسخة الثانية، يقوم الإجراء "**تفاعل_عبر_لحش**" بهذه المهمة، وبما ان تنفيذ الخوارزم لا يبدأ الا من خلال التعليمة الأولى للعنصر **أساسي**، ولجعل "**تفاعل_عبر_لحش**" اول ما يفعله الخوارزم، نكتب كأول تعليمة **أساسي** تعليمة تشغيل الإجراء "**تفاعل_عبر_لحش**" ، وهكذا تكون اول تعليمة في العنصر **أساسي** التعليمة "**تفاعل_عبر_لحش** ()"، كما يظهر في النص 6.

```
اجراء اساسي ()
البداية
| تفاعل_عبر_اللوحة_و_الشاشة ()
النهاية
```

النص 6 : الخوارزم اساسي مكون من تعليمة واحدة فقط

بعد ان يتحصل الخوارزم الكلي على المعاملات ا، **ب** ، **ج** عبر الإجراء **تفاعل_عبر_لحش()** ، يشرع في حل المعادلة، وهذه المهمة تتم بطلب تنفيذ **حل_معادلة_د2** ، وحسب النص 5 يتم هذا الطلب في الإجراء **تفاعل_عبر_لحش ()**، مباشرة بعد التحصل على المعاملات ا، **ب** ، **ج.**

و بعد ان يتحصل الخوارزم **تفاعل_عبر_لحش** على نتائج الخوارزم **حل_معادلة_د2**، يقوم بنشرها للمستعمل عبر الشاشة ثم ينته ويرجع الى الإجراء **اساسي**، وبالرجوع الى الإجراء **اساسي** يكون الخوارزم الكلي قد انجز كل عمله، اي حل المعادلة من الدرجة الثانية التي صرح بها المستعمل، فينته بذلك الخوارزم **اساسي**، الذي نراه مكونا فقط من تعليمة واحدة.

اعادة النظر في هيكلة الأجراء تفاعل_عبر_لحش()

الملاحظة الأولى: اذا امعنا النظر والتفكير في محتوى الإجراء **تفاعل_عبر_لحش** ، نجده يؤدي وظيفة ليست في حقيقة الأمر من صلاحياته، وهي طلب تشغيل الوظيفة **حل_معادلة_د2** ، مع ان كتابة الأجراء صحيحة وفعالة، فان وجود في اجراء ما صلاحية غير الصلاحياتالطبيعية يُعد امرا غير مستحسن، فهذا الخلط يجعل الإجراء مرتبط ارتباط حيوي بالوظيفة **حل_معادلة_د2** ، فلا يمكن اعادة استعماله خارج المحيط الحالي وهو حل معادلة من الدرجة الثانية، فمثلا إذا اردنا ان نعاود استعمال الإجراء **تفاعل_عبر_لحش** في محيط آخر يجب علينا جلب الوظيفة **حل_معادلة_د2** معه، لإن **تفاعل_عبر_لحش** لا يمكن ان ينفذ الا بوجود الإجراء **حل_معادلة_د2**.

و هنا نستنتج انه من المستحسن خلو **تفاعل_عبر_لحش()** من تعليمة طلب تشغيل الوظيفة **حل_معادلة_د2**، والاقتصار فقط على عمليات التفاعل مع المستفيد (او المستخدم)

الملاحظة الثانية: نلا حظ أيضا ان الإجراء **تفاعل_عبر_لحش()** يتطرق لنوعين من التفاعل مع المستخدم:

- الحصول على المعاملات أ، **ب، ج**
- الإخبار عن النتائج

وكلا الأمرين يستحسن ان لا يكونا في اجراء واحد، فالأفضل ان نخصص خوارزما لكل أمر، فالأمر الأول يتحمله خوارزما جزئي هدفه الحصول على المعاملات أ، **ب** ، **ج**، ونسمي هذا الخوارزم **حصل (مخارج : الف، باء، جيم)**، كما يظهر في النص 7.

اما الأمر الثاني، فلا ضرورة لإنجاز خاص به لكون الإخبار المباشر عن النتائج يمكن انجازه باستعمال التعليمة **اكتب**، وحتى اذا اردنا ان ننجز عنصرا خاصا بالإخبار يكون هذا العنصر مكونا من تعليمة واحدة هي تعليمة **اكتب** (النص 8).

```
اجراء تحصل (مخارج الف، باء، جيم )
البداية
| اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملات أ ، ب ، ج"
| اقرأ الف
| اقرأ باء
| اقرأ جيم
النهاية
```

النص 7 : الإجراء حصل متخصص في جلب المعاملات ا، ب ، ج

```
اجراء اخبر (مخارج نتيجة )
البداية
| اكتب نتيجة
النهاية
```

النص 8 : الإجراء اخبر ليس ضروريا على هذا الشكل

(أ)

```
اجراء اساسي ()
البداية
  /* التصريح بالمعطيات التي تستعمل في هذا الإجراء */
  متغيرات للأعداد الصحيحة: الف، باء، جيم، حل1، حل2
  متغيرات للأعداد الطبيعية: نوعية_الحل
  حصل (الف، باء، جيم)
  حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، نوعية_الحل، حل1، حل2)
  اذا كان (نوعية_الحل == 0)
  البداية
    اكتب "ليس للمعادلة حل"
    ارجع
  النهاية
  اذا كانت (نوعية_الحل == 1)
  البداية
    اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1
    ارجع
  النهاية
  اكتب " للمعادلة حلين :"
  اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1
  اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2
النهاية
```

(ب)

```
اجراء اساسي ()
البداية
  /* التصريح بالمعطيات التي تستعمل في هذا الإجراء */
  متغيرات للأعداد الصحيحة: الف، باء، جيم، حل1، حل2
  متغيرات للأعداد الطبيعية: نوعية_الحل
  حصل (الف، باء، جيم)
  نوعية_الحل = حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، حل1، حل2)
  اذا كان (نوعية_الحل == 0)
  البداية
    اكتب "ليس للمعادلة حل"
    ارجع
  النهاية
  اذا كانت (نوعية_الحل == 1)
  البداية
    اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1
    ارجع
  النهاية
  اكتب " للمعادلة حلين :"
  اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1
  اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2
النهاية
```

النص 9 : النسخة الثالثة للإجراء اساسي (أ) استعمال الإجراء حل_معادلة_د2 (ب)استعمال الوظيفة حل_معادلة_ د2

مع هذه الهيكلة الجديدة، تأخذ كل قطعة من قطع الخوارزم دورا خاصا بها، والدور المحوري يأخذه الإجراء **أساسي** (النص 9)، فهو الذي ينسق الأدوار، فيطلب اولا من الإجراء **حصل**، الحصول على المعاملات ا، **ب** ، **ج**، ثم يطلب من الوظيفة **حل_معادلة_د2** ان تحل المعادلة، وحسب ما ترده هذه الأخيرة من نتائج يهيئ البلاغ الذي يوفره اما للإجراء **اخبر** او للتعليمة **اكتب**، وفي النص 9 استعملنا التعليمة **اكتب**.

نسخة جديدة للإجراء اخبر():

يمكن ان نُوكل للإجراء **اخبر** اكثر من كتابة نص على الشاشة عن طريق التعليمة **أكتب** كما هو في النص السابق (النص 8)، فنجعله مثلا هو الذي يتكفل بالإخبار عما تحصل عليه الخوارزم **حل_معادلة_د2**.

ليتمكن الإجراء **اخبر** من لعب هذا الدور لا بد له من معرفة نتائج عملية حل المعادلة، والنتائج كما رأينا من قبل متمثلة في القيم التي تحملها المتغيرات: **نوعية_الحل، حل1، حل2**، وهكذا فلا بد ان يكون للإجراء **اخبر** ثلاثة مداخل، اما مخارج اخبر فهي ما يكتب على الشاشة، كما يظهر في النص 10، ومع هذه النسخة يتغير محتوى الإجراء اساسي ليصبح فقط موزعا ومنسقا للأدوار (النص 11).

```
اجراء اخبر (المداخل: نوعية_الحل ،حل1، حل2 )
البداية
   اذا كان (نوعية_الحل == 0)
   البداية
      اكتب "ليس للمعادلة حل"
      ارجع
   النهاية
   اذا كانت (نوعية_الحل == 1)
   البداية
      اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1
      ارجع
   النهاية
   اكتب " للمعادلة حلين :"
   اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1
   اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2
النهاية
```

النص 10 : النسخة الثانية للإجراء أخبر

(أ)

```
اجراء اساسي ()
البداية
   /* التصريح بالمعطيات التي تستعمل في هذا الإجراء */
   متغيرات للأعداد الصحيحة: الف، باء، جيم، حل1، حل2
   متغيرات للأعداد الطبيعية: نوعية_الحل
   حصل (الف، باء، جيم)
   حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، نوعية_الحل، حل1، حل2)
   اخبر (نوعية_الحل، حل1، حل2)
النهاية
```

(ب)

```
اجراء اساسي ()
البداية
   /* التصريح بالمعطيات التي تستعمل في هذا الإجراء */
   متغيرات للأعداد الصحيحة: الف، باء، جيم، حل1، حل2
   متغيرات للأعداد الطبيعية: نوعية_الحل
   حصل (الف، باء، جيم)
   نوعية_الحل = حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، حل1، ل2)
   اخبر(نوعية_الحل، حل1، حل2)
النهاية
```

النص 11 : النسخة الثالثة للإجراء اساسي (أ) استعمال الإجراء حل_معادلة_د2 (ب)استعمال الوظيفة حل_معادلة_ د2

ملاحظة:

الفهم الدقيق لإشكال ما و منهجية تجزئته وكيفية توزيع الأدوار بين مختلف العناصر (الوظائف والإجراءات)، انشطة مرتبطة ارتباطا قويا بما يمتلكه واضع الخوارزم من تجربة ومهارات ومن اهداف يسطرها، ولهذا يمكن ان تكون عملية الهيكلة لنفس الخوارزم مختلفة تماما من واضع خوارزم لآخر، ويجب ان تكون لكل طريقة في الهيكلة جوانب حسنة اكثر من الجوانب الضعيفة.

فعلى سبيل مثلا نجد من يدفع بالتجزئة الى ابعد حدودها، حتى يتحصل على عناصر صغيرة جدا مكونة من عدد قليل جدا من التعليمات كما هو الحال مع العنصر **اخبر** الذي يحتوي على تعليمة واحدة فقط (النص 8).

ونجد في المقابل من يركز على ايجاد هيكلة تعطيه عناصر صغيرة متوازنة نوعا ما، ومكونة ببضع تعليمات، كما هو الشأن في المثال الأخير الذي وازن بين محتوى العنصر **أساسي** و العنصر **اخبر** (النص 10).

الفصل التاسع

لغة خوارزميات الحاسبات

1 - مقدمة:

تعتبر علوم الحاسبات وتطبيقاتها اكبر مستعمل للخوارزميات، بل ان هذه العلوم مرتبطة ارتباطا حيويا بالخوارزميات، فمنطلق تصميم الألة نفسها هو خوارزم "**يصف السلوك العام للآلة وتفاعلها مع ما يحيط بها**".

ويعتبر الخوارزم المكون الأساسي لما يمكننا ان نسميه عقل الحاسوب، فنظم تشغيل الحواسب امثال "**ويندوز**" و "**يونكس**" و "**ماك -او -اس**"، كلها خوارزميات، لكنها ضخمة ومعقدة جدا، مكونة من عشرات الألاف من الخوارزميات الصغيرة.

الخوارزميات التي تنفذها الآلة مكتوبة بلغة تفهمها الآلة، وهي لغة دقيقة جدا في الشكل والمضمون، ولهذه الدقة العالية، يسمى "**برنامجا**" الخوارزم الذي ينفذه الحاسوب، **فالبرنامج** في عالم الحاسبات هو **خوارزم مكتوب بلغة تفهمها الآلة**، وتسمى اللغات التي تكتب بها البرامج التي تنفذها الآلة "**بلغات البرمجة**"، وهي لغات رمزية، تكتب بشكل دقيق لا يحتمل غياب اي حرف ولو كانت الفاصلة، ومن اشهر البرامج في عالم الحاسوب نجد:

- نظم تشغيل واستغلال الحواسب امثال "**ويندوز**" و "**يونكس**" و "**لينكس**"، "**ماك -او -اس**" و"**اندرويد**".
- الأدوات التي تستعمل لكتابة النصوص و معالجتها مثل "مايكروصوفت **وورد**".
- برامج تسيير المؤسسات.
- برامج تسيير مسار الطلبة في المؤسسات التعليمية.
- برامج محاكات الواقع كمحاكات الدارات الكهربائي، والسيارات، والطائرات.
- برامج انشاء وتحليل الصور الطبية
- برامج الرسم
- برامج اللعب الخ...

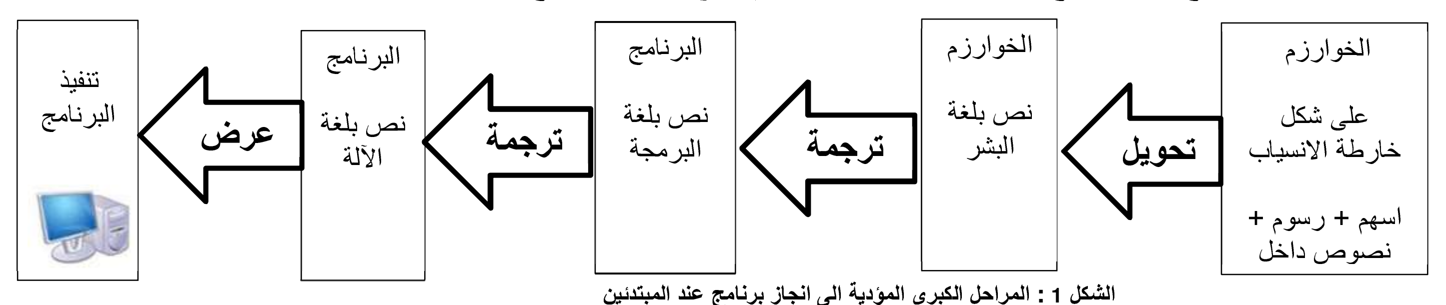
وهذه كلها برامج ضخمة ومعقدة مكونة من عشرات الألاف من برامج اصغر واقل تعقيدا.

2 - من الخوارزم الى البرنامج:

قبل ان يكتب البرنامج ويصبح جاهزا للتنفيذ من قبل الآلة، يكون خوارزما، مكتوبا بلغة يفهمها الإنسان، ويفهمها بالتحديد مصممو الخوارزميات (او ما نسميهم ايضا بواضعي الخوارزميات او كتاب الخوارزميات).

في عالم المصممين المبتدئين للخوارزميات، يقوم عادة المصمم بإنجاز خارطة الانسياب كخطوة أولى، وفي مرحلة ثانية يحول واضع الخوارزم خارطة الانسياب الى نص مكتوب بلغة ما من لغات الخوارزميات.

بعد ما يتحقق المصمم من صحة وفعالية نص الخوارزم، اي ان الخوارزم يلبي جيدا الهدف الذي من اجله وُضِعَ ، يشرع في المرحلة الثالثة، وفيها يترجم الخوارزم من لغة الخوارزم التي كتب بها في المرحلة الثانية الى لغة من لغات البرمجة (الشكل 1)، وبعد انتهاء المرحلة الثالثة، يطلب من الحاسوب ترجمة البرنامج الى برنامج مكتوب بلغة الحاسوب ثم يتاح تنفيذ البرنامج.



الشكل 1 : المراحل الكبرى المؤدية الى انجاز برنامج عند المبتدئين

2 – 1 اثر "المسافة المعنوية" بين لغة الخوارزم ولغة البرمجة على الترجمة:

حسب ما تمتلكه كل لغة من قدرات، اي لغة الخوارزم ولغة البرمجة، تكون عملية الترجمة من لغة الخوارزم الى لغة البرمجة اما سهلة او معقدة جدا، والمشكل الكبير المطروح هو كيف نضمن ان تنتج عملية الترجمة برنامجا حاملا بدقة عالية المنطق الذي يحمله الخوارزم، ويكون هذا الأشكال اكبر كلما كانت مسافة دلالات الالفاظ بين اللغتين كبيرة، ونسميها ايضا **بالمسافة المعنوية** بين اللغتين، او باختصار المسافة بين اللغتين.

فمثلا، في السنوات الأولى لعلوم الحاسوب، كانت لغة البرمجة هي اللغة الأصلية للحاسوب، وغالبا ما نسميها **بلغة الألة**، فهي ضعيفة جدا، وتكتب تعليماتها باستعمال الرمزين 0 و 1، وكان الخوارزم يكتب بلغة قريبة جدا من لغة البشر، ولغة البشر غنية ومعقدة جدا، فكانت مسافة دلالات الالفاظ بين اللغتين كبيرة جدا، وفي عملية الترجمة، كانت كل تعليمة من تعليمات الخوارزم تترجم الى لغة الآلة باستعمال عدد كبير من تعليمات لغة الآلة، فكانت عملية الترجمة من تعليمات الخوارزم الى تعليمات لغة الآلة عملية شاقة ومكلفة وغير سليمة من الأخطاء.

لجعل عملية الترجمة سهلة و فعالة، قُربت اللغتين وضُيقت المسافة بينهما، فطُورت من جهة لغات للحاسوب فيها مكونات من لغة البشر، خاصة تلك المتعلقة بكتابة العبارات الرياضية، ومن جهة اخرى ضيق في استعمال القدرات المعقدة للغة البشر في وصف الخوارزميات، فأنشأت لغات خاصة لكتابة الخوارزميات قريبة جدا من لغات البرمجة الحديثة، مع بقائها لغة بشر وغالبا ما تسمى لغة كتابة الخوارزميات **باللغة الشبه الرمزية**، او **لغة الخوارزميات**.

2 – 2 الفروق الأساسية بين لغة الخوارزميات ولغة البرمجة:

لكتابة برنامج للحاسوب، توجد عدة لغات، وهذا ينطبق ايضا على لغة الخوارزميات، وما هو عليه الحال اليوم ان شكل لغة الخوارزميات يقترب كثيرا من شكل لغة البرمجة، وهذا ما يؤدي الى

تسهيل عملية الترجمة وجعلها فعالة جدا، فعموما ما تكون لكل تعليمة في لغة الخوارزميات تعليمة واحدة تقابلها في لغة البرمجة.

تختلف لغة البرمجة عن لغة الخوارزميات بهامش الحرية المتاح عند كتابة خوارزم ما او برنامج ما، وهذا لكون نص الخوارزم موجه للقراءة من قبل الإنسان، اما البرنامج فهو موجه للآلة، فالإنسان قادر على ادراك كثير من الاخطاء في النصوص وتصحيحها اما الآلة فلا يمكن لها ان تتعاطى مع الأخطاء في نصوصها.

لغة البرمجة **دقيقة جدا لا تحتمل الأخطاء**، فهي موجهة للآلة، **فكل تعليمة بمثابة شفرة (او رمز)** تفهمها الآلة، والشفرة (او الرمز) لها كتابة واضحة ودقيقة لا تحتمل اي نقص، فاذا نقص من الشفرة (او الرمز) شيء قليل جدا لم تصبح الكتابة شفرة (او رمزا)، ولهذا يسمى نص البرنامج **بالنص الرمزي**.

اما لغة الخوارزم، فلكونها موجهة للقراءة من قبل البشر، فيمكنها ان تحتمل في كتابتها بعض النقائص او الزيادات، التي لا تؤثر في فهم التعليمات، لكون الإنسان قادر على فك اي لبس طفيف في الكتابة، فإذا كتب لتلميذ الجملة **"دحل الأستاذ الى القسم"**، فان التلميذ يقرأها **"دخل الاستاذ الى القسم"** و يشير او يصحح النقص، هنا النقطة فوق الحرف حاء ليصح خاء.

فمثلا، في لغة البرمجة، اذا كانت كتابة كل تعليمة تنته بفاصلة منقوطة، فلا بد من وجود هذه الأخيرة، والا اُعتبُر البرنامج غير صحيح لغويا، ويرفضه الحاسوب بذلك، واذا فتح قوس فلا بد من غلقه، واذا كان لتعليمة ما اسم، فلا بد من كتابة الاسم كاملا غير منقوص، واذا كانت كلمة **"ابدأ"** تفيد ببداية كتلة، فلا يمكن كتابة مكانها كلمة **"بداية"** او **"البداية"**.

اما في لغة الخوارزميات فيمكن ان نكتب فاصلة اولا نكتبها، ويمكن ان نستعمل كلمات عدة تفيد نفس المعنى، ويمكن ان نستعمل اسما كاملا او منقوصا، المهم ان كلا الاسمين يشتركان في معنى واحد، فمثلا يمكن ان نكتب:

اذا الف تساوي باء	**اذا كان الف == باء**	**اذا اصبح (الف==باء)**	**هل (الف==باء)**
اشحن الف بالقيمة 10	**ضع في الف 10**	**الف = 10**	**الف ← 10**

زيادة على هذا، تستعمل لغات البرمجة الأكثر رواجا مفردات من اللغة الإنجليزية، اما لغة الخوارزميات فهي مرتبطة باللغة التي يتقنها واضع الخوارزم، فمتقن اللغة العربية يختار مفردات لغة الخوارزميات من اللغة العربية، ومتقن اللغة الألمانية يختار مفردات لغة الخوارزميات من اللغة الألمانية، وعموما تكون لمفردات لغة الخوارزميات ما يقابلها في لغة البرمجة حتى تسهل عملية الترجمة، ونرى هذا جليا في النص 1، النص 1 -(أ) يحتوي على خوارزم مكتوب بلغة عربية و النصوص الأخرى تحتوي على الترجمة للغة **جافا**، و **سي** و **سئ++**، و يظهر الجدول 1 المفردات الأساسية للغة الخوارزم وما يقابلها في اللغات الثلاث، اي **جافا**، **سي و سي++**.

(أ)

```
اجراء اخبر (المداخل: نوعية_الحل، حل1، حل2 )
البداية
    اذا كان (نوعية_الحل == 0)
    البداية
        اكتب "ليس للمعادلة حل"
        ارجع
    النهاية
    اذا كان (نوعية_الحل == 1)
    البداية
        اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1
        ارجع
    النهاية
    اكتب " للمعادلة حلين :"
    اكتب " الحل الأول: س1 = " + حل1
    اكتب " الحل الثاني: س2 = " + حل2
النهاية
```

(ب)

```
void display(int sol, double x1, double x2)
{
    If (sol == 0)
    {
      System.out.println("ليس للمعادلة حل ");
      return;
    }
    If (sol == 1)
    {
     System.out.println("للمعادلة حل واحد وهو س= "+ x1);
     return;
    }
   System.out.println("للمعادلة حلين :");
   System.out.println("الحل الأول: س1= "+ x1);
   System.out.println("الحل الثاني: س2= "+ x2);
}
```

(ج)

```
void display(int sol; double x1, x2)
{
    If (sol == 0)
    {
      printf("ليس للمعادلة حل ");
      return;
    }
    If (sol == 1)
    {
      printf("%s%f", "للمعادلة حل واحد وهو  س= ", x1);
      return;
    }
   printf ( "للمعادلة حلين :");
   printf ("%s%f", "الحل الأول: س1= ", x1);
   printf ("%s%f", "الحل الثاني: س2= ", x2);
}
```

(د)

```
void display(int sol; double x1, x2)
{
    If (sol == 0)
    {
      cout << "ليس للمعادلة حل ";
      return;
    }
    If (sol == 1)
    {
      cout <<"للمعادلة حل واحد وهو  س= " << x1;
      return;
    }
   cout << "للمعادلة حلين :";
   cout << "الحل الأول: س1= " << x1;
   cout << "الحل الثاني: س2= " << x2;
}
```

النص 1 : (أ)خوارزم باللغة العربية و ترجمته الى : (ب) لغة البرمجة جافا و (ج) لغة البرمجة سي (د) لغة البرمجة سي++

اللغة العربية للخوارزم	لغة جافا	لغة سي	لغة سي++
اجراء	void	void	void
اذا كان (عبارة منطقية)	If (boolean expression)	If (boolean expression)	If (boolean expression)
مادام(عبارة منطقية)	while(bool. expre.)	while(bool. expre.)	while(bool. expre.)
منحنى (...)	for(...)	for(...)	for(...)
اكتب	System.out.println	printf	cout <<
البداية	{	{	{
النهاية	}	}	}
ارجع	return	return	return
غادر	break	break	break
واصل	continue	continue	continue
طبيعي	int	int	int

حقيقي	double	double	double
منطقي	boolean		
سلسلة حروف	String	char *	char *
"سلسلة من الحروف"	"سلسلة من الحروف"	"سلسلة من الحروف"	"سلسلة من الحروف"

جدول 1: جدول مفردات الخوارزم و ما يقابلها في لغات البرمجة جافا، سي و سي++

ملاحظة : سلاسل الحروف: المدخل الاول

في نص خوارزم ما، كل ما يوجد بين حرفي الإقتباس(") (النص 1 و الجدول 1)، هو في نظر الخوارزم والبرنامج، سلسلة من الحروف يمكن كتابتها بأي لغة شئنا، وتستعمل سلاسل الحروف مثلا لتكوين مختلف البيانات الموجهة للمستعمل، ولا يدرك منفذ الخوارزم المحتوى المعنوي لما تحتويه سلاسل الحروف، والمحتوى لا يعتبر تعليمة، بل هو من المعطيات يمكن للخوارزم او البرنامج ان يستعملها او يغيرها كيفما شاء، فمثلا لو كتبنا في نص الخوارزم سطر فيه : **"اذا كان (نوعية_الحل == 1)"** فلن يقوم الخوارزم بمحاولة فهم ما وضع داخل الحرفين " ، فيرى ان ما بداخل الحرفين " قيمة ثابتة لسلسلة من الحروف وليست تعليمة.

2 – 3 لغة الخوارزميات، لغة شبه رمزية.

مع ان لغة الخوارزميات لغة موجهة للبشر، فان استعمالها يجب ان يفضي الى نصوص دقيقة كدقة لغة البرمجة، فبالرغم من وجود صيغ عديدة لكتابة تعليمة ما، وكلها لها فهم واحد، لا لبس فيه، الا ان تعدد الصيغ يمكن ان يكون عنصر ازعاج وحرج، ولرفع هذا الإزعاج ، حددت في لغة الخوارزم

- الصيغ التي يمكن ان تستعمل.
- المفردات.
- الرموز الأساسية.
- المعنى الدقيق لكل مفردة او رمز.

ولوجود هذا التحديد في استعمال الصيغ والمفردات والرموز في لغة الخوارزميات، كثيرا ما توصف هذه الأخيرة **باللغات الشبه الرمزية**، ولتبيان بعض خصائص اللغات الشبه رمزية نسرد الأمثلة التالية:

المثال الأول: اذا اردنا ان نكتب تعليمة تقوم بوضع القيمة 20 في المتغيرة **باء**، توفر اللغة الشبه الرمزية الرمز **=**، وبه يمكن ان نكتب: **باء = 20**، وهنا الرمز **=** ليس رمزا للمقارنة، بل رمز لعملية شحن جهته اليمنى، اي المتغيرة باء، بالقيمة الموجودة في جهته اليسرى، وهكذا اذا اردنا ان نقارن بين قيمتين، فعلينا الا نستعمل الرمز =، واذا لم نحترم هذه القاعدة، فسوف يظهر في الكتابة لبس صعب لا يمكن حتى للبشر حله.

و بما ان الرمز **=** يستعمل لشحن جهته اليمنى بقيمة جهته اليسرى، فيجب ان تكون الكتابة في الجهة اليمنى تدل على متغيرة، ولا يمكن ان تدل كتابة الجهة اليمنى على قيمة ثابتة، فمثلا لا يمكن كتابة **20** = **الف،** فالقيمة 20 لا يمكن تغييرها.

المثال الثاني: لمعرفة هل قيمتين متساويتين توفر اللغة الشبه الرمزية الرمز **==** **(او الرمز** := في بعضها**)**، فإذا اردنا ان نعرف هل محتوى المتغيرة **الف** يساوي القيمة 20، نكتب العبارة التالية : **الف == 20،** فمثل هذه العبارة اذا قيُمت، تفُرز لنا احدى القيمتين المنطقيتين: **صحيح** او **خطأ،** واللفظين **صحيح** او **خطأ** رمزان اساسيان في اللغة الشبه الرمزية لا يمكن فهمهما في اللغة الشبه الرمزية الا على انهما **قيمتين منطقيتين،** ويمكن لنا كذلك ان نكتب **20** == **الف** ، فكلا الجانبين يحتويان على قيمة من نفس النوعية يمكن مقارنتهما.

المثال الثالث: العبارة **الف** == **20** تستعمل عموما مع التعليمات الشرطية المنطقية او تعليمات التكرار، ولا تكتب لوحدها، فمثلا نكتب **اذا كان (الف == 20)**، او **اذا كانت 20** == **الف**، اما الكتابة **اذا كانت (الف = 20)** فهي غير صحيحة ولا معنى لها، فالعبارة (**الف = 20)** ليست بعبارة منطقية، تفضي الى احدى القيم المنطقية **صحيح** او **خطأ** ، بل هي عبارة يتم بموجبها وضع القيمة 20 في المتغيرة **ألف** ونتيجتها ليست القيمة **صحيح** او **خطأ** ، بل قيمة ما تستقر عليه محتوى المتغيرة **الف،** اي القيمة 20، وهنا نرى انه يمكن استعمال اللفظين "**اذا كان**" او "**اذا كانت**" او حتى لفظ مشابه، لكن لا نستطيع ان نضع مكان الرمز **==** رمزا آخر.

المثال الرابع: الرمز + هو رمز عملية الجمع، فيمكن ان نستعمله لجمع قيمتين طبيعيتين، او صحيحتين، كما يمكن ان نستعمله لربط سلسلتين من الحروف، والسلوك الحقيقي لعملية + مرتبط بشكل كبير بنوعية المعاملين.

- إذا كان المعاملين قيمتين طبيعيتين، فالنتيجة قيمة طبيعية.
- إذا كان احد المعاملين قيمة حقيقية، والآخر قيمة طبيعية او حقيقية، فالنتيجة قيمة حقيقية.
- إذا كان احد المعاملين سلسلة حروف، والآخر قيمة طبيعية او حقيقية او منطقية (**صحيح** أو **خطأ)** او سلسلة حروف، فالنتيجة تكون سلسلة من حروف.
- لا يمكن ان يكون احد المعاملين قيمة منطقية والآخر قيمة طبيعية او حقيقية.

3 – أللغة الشرمزية

هي اللغة الشبه رمزية التي نستعملها من هنا فصاعدا في هذا الكتاب، و تأخذ اللغة **الشرمزية** مفرداتها من اللغة العربية وهي في الشكل مشابهة للأشكال التي عهدناها في الفصل الثاني مع تغير طفيف على مستوى كتابة الكتل، ففي فترة اولى سوف نستعمل شكلا قريبا من اشكال البرامج، وفيما بعد، نطور الشكل حتى يصبح اكثر شبها للبرامج المكتوبة بلغة **جافا**، و **سي** و **سي**++، مع اننا في غالب الأحيان سوف نستعمل شكلا مشابها للغة **جافا** اذا كان الشكل في اللغات الثلاث مختلف، وهو قليل جدا.

في الفصل الأول و الثاني قدمنا معظم التركيبات التي بها يمكننا ان نكتب اي خوارزم، ورأينا الأساليب المتبعة في كتابة و هيكلة الخوارزميات:

اما الأساليب المتبعة في الكتابة فهي:

- **اسلوب الترقيم الكلي**، واستعماله محدود جدا، ولن نستعمله في اللغة **الشرمزية**
- **اسلوب ابراز عمق الكتل**، واستعماله شائع جدا، وهو يشابه اسلوب كتابة البرامج بلغات البرمجة الحديثة، وهذا هو الأسلوب الذي تعتمده اللغة الرمزية.

اما التراكيب التي تستعمل في وصف الخوارزم فهي:

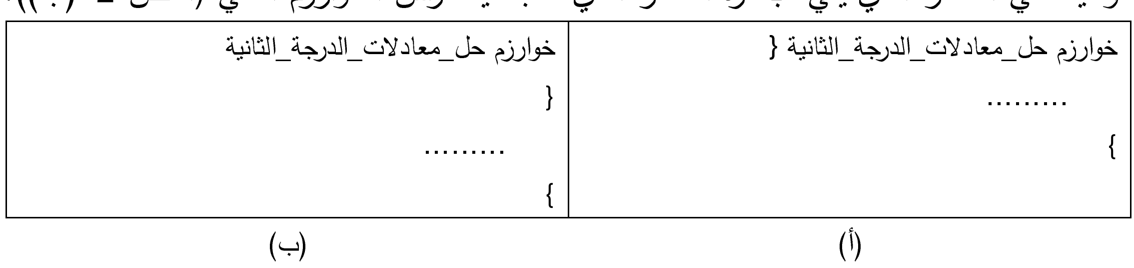
- التعليمات العادية (او التسلسلية)
- التعليمات الشرطية (المنطقية و الرقمية)
- تعليمات التكرار
- تعليمات طلب تنفيذ الخوارزميات الجزئية

تنبيه: نستثني تعليمات الانتقال المباشر الحر لكونها غير ضرورية من جهة، ومن جهة اخرى فهي مصدر لكتابة خوارزميات ضعيفة الجودة، اما تعليمات الانتقال المباشر المحدود كتعليمة **غادر**،و**واصل** فدراستها ستتم في الاطر المحددة لاستعمالها والممثلة في التعليمات الشرطية الرقمية وتعليمات التكرار

4 - الشكل العام للخوارزم باللغة الشرمزية

في اللغة **الشرمزية** يظهر بجلاء الخوارزم الكلي والخوارزميات الجزئية، فشكل الخوارزم الكلي يشبه كثيرا شكل برنامج كتب بلغة **"جافا"**، فتبدأ كتابة الخوارزم الكلي بكلمة **"خوارزم"** متبوعة باسم الخوارزم الكلي، وهذا ما نسميه **"رأس الخوارزم الكلي"** في اللغة **الشرمزسة**.

بعد الرأس مباشرة ياتي جسد الخوارزم الكلي، وتحده الحاضنتين: **{** و **}**، وتمثل **الحاضنة الأولى** بداية الجسد **والحاضنة الثانية** نهاية الجسد، ويستحسن كتابة الحاضنة الأولى الممثلة لبداية الجسد كآخر حرف في السطر الذي كتب فيه رأس الخوارزم الكلي (النص 2 -(أ))، ويمكن كتابتها كأول حرف وحرف وحيد في السطر الذي يلي مباشرة السطر الذي كتب فيه رأس الخوارزم الكلي (النص 2 -(ب)).



(أ)	(ب)
خوارزم حل_معادلات_الدرجة_الثانية { .... }	خوارزم حل_معادلات_الدرجة_الثانية { .... }

النص 2 : **الشكل العام للخوارزم في اللغة الشرمزية**

يحتوي جسد الخوارزم الكلي على ما يلي (النص 3):

- التصريح بمتغيرات عامة، ان وجدت، وهذه المتغيرات تكون متوفرة لأي خوارزم جزئي.
- مجموعة من الخوارزميات الجزئية الممثلة للخوارزم الكلي، وفيها تكتب التعليمات.

في اللغة الشرمزية، لا يجوز :

- كتابة التعليمات خارج الخوارزميات الجزئية.
- كتابة خوارزم جزئي داخل خوارزم جزئي آخر.

ملاحظة هامة: لا تحتمل اللغة الشرمزية التصريح الضمني للمتغيرات، فكل المتغيرات يجب التصريح بها قبل استعمالها.

```
خوارزم حل_معادلات_الدرجة_الثانية {
    طبيعي الف ، جيم؛    // التصريح بمتغيرات عامة

    اجراء اخبر (المداخل: نوعية_الحل ،حل1، حل2 ) {
        ....
    }   // نهاية الإجراء اخبر
    اجراء حصل (مخارج  الف، باء، جيم ) {
        ....
    } // نهاية الإجراء حصل

    طبيعي حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج ؛مخارج : س1، س2) {
        ....
    } // نهاية الوظيفة حل_معادلة_د2
    اجراء اساسي (){
        ....
    }  // نهاية الإجراء اساسي
}  // نهاية الخوارزم الكلي
```

النص 3 : مثال عن محتوى جسد الخوارزم الكلي

4 – 1 رأس الخوارزم الجزئي:

يحتوي رأس الخوارزم الجزيئ على:

- اشارة تنبأ عن نوعية الخوارزم، أهو وظيفة ام اجراء ؟ ان كان الخوارزم اجراءا، كانت الإشارة هي كلمة **اجراء**، وان كان الخوارزم **وظيفة** كانت الإشارة اسم يدل على نوعية النتيجة التي ترجعها تعليمة **ارجع** التي تنه الوظيفة فورا.
- اسم الخوارزم

- منافذ الخوارزم مكتوبة بين قوسين

امثلة:

الكتابة

اجراء حل_معادلة_د2_ن1 **(مداخل:** ا، ب، ج **؛مخارج:** حالة_حل، س1، س2)

تدل على ان الخوارزم **حل_معادلة_د2_ن1** اجراء، له ست منافذ: ثلاثة مداخل كل باسمه وثلاثة مخارج كل باسمه.

والكتابة

طبيعي حل_معادلة_د2_ن2 **(مداخل:** ا، ب، ج **؛مخارج:** س1، س2)

تدل على ان الخوارزم **حل_معادلة_د2_ن2** وظيفة، لها ست منافذ: ثلاثة مداخل كل باسمه و مخرجين كل باسمه ومخرج بدون اسم معلوم النوعية **(طبيعي)** هو **منفذ الرجوع**.

4 – 2 جسد الخوارزم الجزئي

تحد الحاضنتين **{** و **}** جسد الخوارزم الجزئي، ويمثل الحاضنة الأولى { بداية الجسد والحاضنة الثانية **}** نهاية الجسد، ويستحسن كتابة الحاضنة الأولى كآخر حرف في السطر الذي كتب فيه رأس الخوارزم االجزئي (النص 4 -(أ))، او كأول حرف في السطر الذي يلي مباشرة السطر الذي كتب فيه رأس الخوارزم الكلي، وفي هذه الحالة يكون الحرف وحيدا في السطر كما يظهر في (النص 4 -(ب)).

(أ)	(ب)
خوارزم حل_معادلات_الدرجة_الثانية } طبيعي الف ، جيم؛ **اجراء اخبر** (المداخل: نوعية_الحل ،حل1، حل2) } .... { **اجراء تحصل (مخارج الف، باء، جيم)** } .... { .... {	خوارزم حل_معادلات_الدرجة_الثانية } طبيعي الف ، جيم؛ **اجراء اخبر** (المداخل: نوعية_الحل ،حل1، حل2) } .... { **اجراء تحصل (مخارج الف، باء، جيم)** } .... { .... {

النص 4 : الشكل العام للخوارزم في اللغة الشرمزية وكيفية كتابة حرف بداية جسد الخوارزم الكلي والجزئي

ونستعمل الحاضنتين ايضا لإبراز الكتل داخل الجسد، وكما اسلفنا وقلنا في الفصل الثاني، فإن جسد الخوارزم الجزئي يمثل **الكتلة الأكبر** او **الكتلة الرئيسية** فيه، و**الكتلة الرئيسية** تحتوي على كل كتل الخوارزم الجزئي.

و يحتوي جسد الخوارزم الجزئي والكتل الموجودة فيه على:

- **التصريح الواضح بالمتغيرات المحلية للخوارزم الجزئي و كتله** : نذكر ان اللغة الشرمزية لا تحتمل التصريح الضمني للمتغيرات، والمتغيرات المحلية **للخوارزم الجزئي او لكتله ما**، لا ترى (اي لا يمكن استعمالها) خارج **الخوارزم الجزئي و الكتله**، ويمكن استعمالها في الكتل الداخلية **للخوارزم الجزئي و للكتله**.
- **التعليمات**، و تكتب فقط داخل الجسد، ولا يمكن ان تكتب التعليمات خارج جسد الخوارزم. والتعليمات تظهر في نص الخوارزم على ثلاثة انواع:
  - **العبارات** كالكتابة: **"س = (ع + 2*س)/ب"**
  - **التحكم في مسار الخوارزم**، كالتعليمة **"اذاكان"** او التعليمة **"مادام"** او التعليمة **"كرر"**
  - **طلب تشغيل** الخوارزميات الأخرى

تنبيه: في اللغة الشرمزية، يجب ان يكون التصريح بالمتغيرات **تصريحا واضحا**، والتصريح الضمني غير معترف به.

4 - 3 : التعليقات واهميتها

تتيح اللغة **الشرمزية** لكاتب الخوارزم اضافة تعليقات في اي مكان من الخوارزم (النص 5 و النص 6) والتعليقات كما اوردناه في فصل سابق يتجاهلها منفذ الخوارزم، فليست من التعليمات.

لإدراج تعليق في نص الخوارزم نستعمل اما الحرفين // او الزوجين /* و */،

- إذا صادف المنفذ في سطر ما الحرفين // يتجاهل الحرفين و كل ما يأتي بعد الحرفين في السطر فقط، وهذا ما يظهر في الأسطر الأربعة الأخيرة في النص 5 و السطر الأخير في النص 6، والتعليق الأخير في النص 6 فيه اشكال خطير حيث استعمل الحرفين // بشكل غير سليم فأحجبا حرف البداية {، ففي هذه الحالة لو كان القارئ انسان، لأدرك الخطأ وصححه، اما اذا كانت الآلة هي من تقرأ فسوف لن تتمكن من ايجاد بداية الخوارزم لتجاهلها الحرفين وكل ما يأتي بعدهما في السطر.
- اذا صادف المنفذ الحرفين /* فيتجاهل كل ما يأتي بعدهما من كتابات على سطر او اكثر من سطر حتى يصادف الحرفين */ المنبهين على انتهاء التعليق.

```
/*  **هنا بداية التعليق**
**معلومات عن واضع الخوارزم**
    **جمال بن نوار، قسم الإعلام الألي، جامعة البويرة**
**نبذة قصيرة عن هدف الخوارزم**
    **يتكفل هذا بحساب عدد الأفواج انطلاقا من عددالتلاميذ**
**وهنا ينته التعليق** */
**طبيعي** تفويج (**مداخل**: عدد_التلاميذ) { // كل ما ياتي في السطر تعليق
//  السطرين التالي يتجاهلها المنفذ  حتى و لو احتويا على تعليمة او تصريح
//  طبيعي الف = 120،
//  اذكان (الف == 150)
```

النص 5 : نص فيه التعليقات

```
/*  **الكتابة التالية تحتوي على خطأ  يصعب في بعض الاحيان ادراكه**
    **فقد وضع الحرفين** // **قبل حرف البداية** { ، و في هذه الحالة يتجاهل المنفذ الحرف لفهمه انه تابع للتعليق،
    فيقوم بالبحث عن بداية جسد الخوارزم  بعد التعليق، و طبعا لن يجده،  ولا يمكنه بذلك تنفيذ الخوارزم
*/
**طبيعي** تفويج (**مداخل**: عدد_التلاميذ) // { **كل ما ياتي في السطر تعليق**
```

النص 6 : وجوب توخي الحذر في استعمال الحروف المتحكمة في التعليقات

تنبيه: ادراج التعليقات داخل الخوارزم مهم جدا في المساعدة على الفهم السريع لمراحل الخوارزم عند اعادة قراءته، فسوف نرى فيما بعد، أن كاتب الخوارزم، عندما يستعمل اللغة الشبه رمزية، يلجأ الى استعمال رموزا محددة و اسماء تجعل من نص الخوارزم نصا مشابها لنص مشفر او نص رمزي لا يفهم رموزه الا واضعي الخوارزميات ومنفذي الخوارزميات، ولكثرة هذه الرموز يصعب حتى على واضع الخوارزم فهم ما كتب اذا رجع لقراءة الخوارزم بعد مدة.

4 - 4 كيفية استعمال الحرفين } و{ في النص

فيما سبق (الفصل الثاني)، استعملنا كلمتين بدل الحاضنتين { و}: كلمة **بداية** بدل الحرف { وكلمة **نهاية** بدل الحرف }، وسبب اختيارنا لهذين الحرفين هو استعمالهما في لغات البرمجة الأكثر استعمالا في وقتنا الحاضر.

عندما يستعمل الرمز **{** كبداية لجسد الخوارزم الكلي وجسد الخوارزم الجزئي والكتل المنبثقة عن بعض التعليمات، كالتعليمات الشرطية او تعليمات التكرار، نستعمل احدى الكتابتين التاليتين (جدول 2).

- **الكتابة الأولى:** وضع الحرف **{** و حيدا في السطر الذي يلي الرأس، ويكون مباشرة تحت اول حرف من احرف الرأس.
- **الكتابة الثانية:** وضع الحرف **{** في أخر السطر الذي يحتوي على الرأس.

اما رمز نهاية الكتلة **}** فيوضع دائما في السطر وحده ويكون من بداية السطر، على مسافة متساوية مع مسافة اول حرف في الرأس ، ونعني بالمسافة وضعية الحرف من بداية السطر كما يظهر في امثلة الجدول 2.

الكتابة الأولى: الرمز { وحده في السطر الذي يلي الرأس	**الكتابة الثانية : الرمز { آخر حرف على مستوى الرأس**
خوارزم خ1 **{** **طبيعي** المجموعات (**مداخل**: عدد_التلاميذ) { // جسد الخوارم الجزئي // التصريح بالمتغيرات المحلية للخوارزم الجزئي والتعليمات } // نهاية الخوارزم الجزئي } // نهاية الخوارزم الكلي	**خوارزم خ1 {** **طبيعي** المجموعات (**مداخل**: عدد_التلاميذ) { /* جسد الخوارم الجزئي التصريح بالمتغيرات المحلية للخوارزم الجزئي والتعليمات */ } /* نهاية الخوارزم الجزئي */ } /* نهاية الخوارزم الكلي */
اذكان (الف == باء) { // جسد كتلة التعليمة اذاكان // التصريح بالمتغيرات المحلية للكتلة والتعليمات } // نهاية كتلة التعليمة **اذكان (الف == باء)**	**اذكان (الف == باء)** { // بداية كتلة نابعة من تعليمة **اذاكان** /* جسد كتلة التعليمة اذاكان التصريح بالمتغيرات المحلية للكتلة والتعليمات */ } // نهاية كتلة التعليمة **اذكان (الف == باء)**
مادام (العداد < 120) { /* جسد كتلة التعليمة **مادام** التصريح بالمتغيرات المحلية للكتلة والتعليمات */ } // **مادام (العداد < 120)**	**مادام (العداد < 120)**{ // جسد كتلة التعليمة **مادام** // التصريح بالمتغيرات المحلية للكتلة والتعليمات } // **مادام (العداد < 120)**

جدول 2: كيفية استعمال الحرفين } و{ في النص

الفصل العاشر

المتغيرات وانواعها في اللغة الشرمزية

1 - مقدمة

اذا كانت التعليمات تمثل الجانب الحركي (او الحيوي) للخوارزم، فان **المتغيرات تمثل ذاكرة الخوارزم،** فهي التي تحتفظ بمجمل المعلومات التي يتعامل معها الخوارزم، فكل متغيرة ذاكرة قائمة بذاتها لها اسم يدل عليها، **وسميت هذه الذاكرة بالمتغيرة لقدرة بعض التعليمات على تغيير محتواها.**

وتستغل الخوارزميات المتغيرات لشحنها بالمعلومات ولمعالجة محتواها بمختلف العمليات في مختلف المراحل، ويتم هذا الاستغلال حسب المنطق الخاص بكل خوارزم، ومن بين الخصائص المتعلقة بالمتغيرات في اللغة **الشرمزية** ما يلي:

- يجب التصريح الواضح بالمتغيرة قبل استغلالها من قبل تعليمات الخوارزم.
- التصريح بمتغيرة ما يكون **بتعريف اسمها ونوعية المعلومات** التي يمكن وضعها في المتغيرة.
- يمكن ان يكون التصريح مصحوب بتعيين قيمة اولية تشْحن في المتغيرة فور التصريح بها.

هام جدا: التصريح بمتغيرة ينفذ مرة واحدة فقط، فإذا اقتضى منطق الخوارزم الرجوع الى المرحلة التي صرح فيها بمتغيرة، يتجاهل منفذ الخوارزم التصريح اذا اخذ بعين الاعتبار في مرحلة سابقة.

2 – اسماء المتغيرات

في اللغة الشرمزية، نتبع في كتابة اسماء المتغيرات قواعد دقيقة، نجدها في اغلب لغات البرمجة، ومن ابرز هذه القواعد:

- اسم المتغيرة كلمة لا َنستعمل في كتابتها الا الحروف التالية:
  - الحروف الابجدية
  - الارقام
  - حرف التسطير _
- اول حرف في الاسم يجب ان يكون اما حرفا ابجديا او حرف التسطير _.

اسم متغيرة	ملاحظة
عدد التلاميذ	خطأ، لوجود انقطاع في الاسم سببه الحرف الممثل للفراغ
عداد	صحيح
الوقت_الاول	صحيح
المكان_01	صحيح
5_اماكن	غير صحيح، الاسم يبدأ برقم
_5_موقع	صحيح
موقع،الاماكن	غير صحيح، الاسم يستعمل حرف غير مقبول و هو حرف ،
ووو.كتاب.جز	غير صحيح، الاسم يستعمل حرف غير مقبول و هو حرف .
ووو_كتاب_جز	صحيح

جدول 1 : بعض الكتابات الصحيحة و الخاطئة في كتابة اسماء المتغيرات

فلا يمكن مثلا ان يكون الاسم منقطعا، او يبدأ برقم او يحتوي على الأحرف الخاصة مثل الفاصلة او علامة الاستفهام، ويبين الجدول 1 بعض الأمثلة الصحيحة والخاطئة فيما يخص تسمية المتغيرات.

3 - نوعية قيم المتغيرات

تحتوي كل متغيرة على قيمة ما، وتمثل هذه القيمة معلومة ما، وكل معلومة مرتبطة بشكل طبيعي بنوعية دقيقة من القيم، وفيما يلي بعض الأمثلة التوضيحية.

المثال الأول:

في خوارزم هدفه تسيير الرحلات بالحافلات، نجد المتغيرتين **عدد_المقاعد** و**عدد_المسافرين**.

- المتغيرة **عدد_المقاعد،** من اسمها تدل على ان محتواها يمثل المعلومة :عدد المقاعد الموجودة في حافلة ما.
- المتغيرة **عدد_ المسافرين** من اسمها تدل على ان محتواها يمثل المعلومة: عدد المسافرين في رحلة ما.

فهل يحتمل عقلا ما لو قيل لصاحبه أن محتوى المتغيرة **عدد_المقاعد** هو 26.46 ؟ أم ان ذاك العقل يجد غرابة في الكلام ويصفه بغير المعقول.

وماذا سيكون ردنا لو قيل لنا ان محتوى المتغيرة **عدد_ المسافرين** هو 16.78.

بالتأكيد لن نقبل أي من القولين لإدركنا ان المعلومة الممثلة لعدد المسافرين لا يمكن ان تكون الا **عددا طبيعيا،** بل اكثر من ذلك، فعدد المقاعد لا يمكن ان يتجاوز حدا معلوما، فلن نقبل ايضا ان يقال ان محتوى المتغيرة **عدد_المقاعد** هو 3000 او -60.

خلاصة المثال الأول: المتغيرتين **عدد_المقاعد** و**عدد_ المسافرين** لا يمكنهما الا تخزين اعداد طبيعية، فالمتغيرتين مرتبطتان بشكل حيوي بنوعية دقيقة من القيم و هي الأعداد الطبيعية.

المثال الثاني :

في خوارزم هدفه تسيير عملية التدريس في مؤسسة تعليمية، نجد متغيرات عديدة من بينها المتغيرتين التاليتين: **"علامة_اختبار_الفيزياء"** و **"أُنجز _اختبار_الفيزياء"**،

القيم التي تحتويها المتغيرة **علامة_اختبار_الفيزياء** هي كل القيم الحقيقية الموجودة بين 0 و 20، ويمكن ان يقول قائل ان من بين القيم اعدادا طبيعية، كالعلامة 10 او 13، وهنا نتساءل: القيم التي تمثل العلامات والتي تظهر على انها طبيعية، هل هي في حقيقتها طبيعية؟ للرد على هذا التساؤل نحاول ان نرى كيف يكتب اي استاذ هذه القيم على ورقة الامتحان، وعلى اي شكل يكتبها عندما يرسل قائمة نقاط الامتحان الى الإدارة.

في واقع الحال، وعموما لسبب ما، يحرص الأستاذ على كتابة العلامة دائما متبوعة برقمين، حتى و لو كان 0 هاذين الرقيمين، فعلى الورقة وفي قائمة نقاط الامتحان يكتب الأستاذ 12.00 بدل 12، فالكتابة 12.00 ادق واصح واكمل من 12، والعلامة 12 غير دقيقة وهي عرضة لتحمل الأخطاء بالزيادة الغير المرغوبة.

اما القيم التي تحتويها المتغيرة **انُجز _اختبار_الفيزياء**، فهي تدل عل معلومتين متناقضتين، مثلا **نعم** و **لا**، او **صحيح** و **خطأ**، وفيما يلي نعرض طريقتين لتمثيل هاتين المعلومتين.

الطريقة الأولى:

لتعريف القيم الممثلة لهاتين المعلومتين (مثلا **صحيح** و **خطأ**)، نستعمل الأعداد الطبيعية، وبشكل ادق نختار قيمتين طبيعتين تمثلان المعلومتين المتناقضتين: مثلا نختار القيمة **0** لتمثل المعلومة **خطأ** والقيمة **1** لتمثل المعلومة **صحيح**، وكذا، لو نتبع هذه الطريقة، فانه لا مانع بعدها في وجود كتابة مثل:

انُجز _اختبار_الفيزياء = انجز _اختبار_الفيزياء + 2

فهذه الكتابة صحيحة، اذ يمكن تنفيذها، وبعدها نجد ان المتغيرة **انجز _اختبار_الفيزياء** تحتوي على قيمة غير معقولة. وهكذا نرى بوضوح ان طريقة استعمال عددين طبيعيين لتمثيل معلومتين متناقضتين صحيحة وفي نفس الوقت يمكن ان تؤدي الى كتابة اخطاء خطيرة يصعب تدراكها.

الطريقة الثانية:

هذه هي الطريقة المعتمدة في اللغة الشرمزية، وكذا لغة البرمجة "جافا"، فلتفادي مثل الأخطاء السابقة، تعرف اللغة الشرمزية قيمتين لتمثيل القيمتين المنطقيتين، والقيمتين هما القيمة **صحيح** والقيمة **خطأ**، ومع هذه القيم لا يمكن ان تكون صحيحة الكتابة:

انجز _اختبار_الفيزياء = انجز _اختبار_الفيزياء + 2

لكون عملية الجمع في اللغة الثرمزية والممثلة بالرمز +، لا تنتج ابدا قيمة منطقية، فهي تنتج اما عددا طبيعيا او صحيحا، او حقيقيا او سلسلة حروف، وان كان احد المعاملين قيمة منطقية فلا بد للمعامل الآخر ان يكون سلسلة من الحروف لتكون النتيجة سلسلة من الحروف وليست قيمة منطقية.

خلاصة المثال الثاني:

- النوعية الأصح لقيم المتغيرة **علامة_اختبار_الفيزياء** هي الأعداد **الحقيقية.**
- النوعية الأصح لقيم المتغيرة **انجز_اختبار_الفيزياء** هي القيم **المنطقية.**

4 – الأنواع الأساسية للمعلومات في اللغة الشرمزية

توفر اغلب لغات الخوارزميات ولغات البرمجة، عددا من الأنواع **الأساسية** او **القاعدية** او **البدائية** لتمثيل المعلومات وتستعمل هذه الأنواع لتحديد القيم التي يمكن لأي متغيرة احتواؤها، ومن اشهر هذه الأنواع:

- **الاعداد الطبيعية**، والاسم المستعمل للتدليل على هذا النوع هو **طبيعي.**
- **الاعداد الصحيحة**، والاسم المستعمل للتدليل على هذا النوع هو **صحيح.**
- **الاعداد الحقيقية**، والاسم المستعمل للتدليل على هذا النوع هو **حقيقي.**
- **القيم المنطقية**، وهي مجموعة مكونة من القيمة **صحيح** والقيمة **خطأ**، والاسم المستعمل للتدليل على هذا النوع هو **منطقي.**
- **الحروف**، والاسم المستعمل للتدليل على هذا النوع من القيم هو **حرف**، وشمل هذه النوعية على كل الحروف المكتوبة وغير المكتوبة التي تظهر في لوحة الحروف.

وتصنيف هذه الأنواع على انها الأنواع **قاعدية** او **اساسية** او **بدائية** للسبب التالي: كل الأنواع الأخرى المعلومات، مهما كان تعقيدها وحجمها، مبنية على اساس هذه الأنواع القاعدية.

وهناك نوع شائع في لغات البرمجة والخوارزميات، يطلق عليه في اللغة الشرمزية اسم **سلسلة_حروف**، وهذا النوع يمثل اي سلسلة من الحروف الأبجدية وغير الأبجدية، وهو كما يظهر جليا من اسمه نوع مركب من النوع **حرف**، وتكتب قيمة من هذا نوع دائما محاطة من الجانبين بحرفي الإقتباس **"**، كالقيمة "**السلام عليكم و رحمة الله تعالى و بركاته**" او القيمة "**شارع عبد الحميد بن باديس ، رقم 104، البويرة، 10890**".

اخيرا هناك نوع بدائي آخر سوف نتطرق اليه في الفصول الأخيرة من هذا الكتاب، وهذا النوع في يستعمل للتدليل على موقع المتغيرات في الذاكرة.

ملاحظة: نستعمل فيما يلي احدى الكلمتين **نوع** او **نمط**، المتقاربتين في المعنى، للتدليل على انواع المعلومات التي يتعامل معها الخوارزم، و يبين **النوع** او**النمط** لمنفذ الخوارزم كيفية تمثيل (اوبناء) المتغيرات في الذاكرة، **فالنمط** او **النوع** عبارة عن مخطط يتبعه منفذالخوارزم لبناء المتغيرات.

4 – 1 : النمط حرف

كما سبق وان اشرنا اليه، يحتوي النمط **حرف** على مجموعتين من الحروف: **الحروف المكتوبة** و**الحروف الغير مكتوبة**، اي التي ليس لها رمز بين يظهر في كتابة اي نص.

الحروف المكتوبة: هي التي تمتلك رمزا خاصا بها، ويظهر الرمز جليا على لوحة الحروف(الشكل 1)، كالرمز أ للحرف **الف** و الرمز **5** للعدد **خمسة** والرمز ؟ الممثل لعلامة الاستفهام، ومن بين الحروف المكتوبة توجد حروف تلعب دورا ما عند كتابتها، كحرف الإقتبس " والفاصلة العليا ' والإشارة المائلة / ونسمي مثل هذه الحروف **بالحروف الخاصة**.

الحروف الغير مكتوبة: هي تلك الموجودة في لوحة الحروف، فلما ينقر عليها لا تنتج رسما خاصا بها بل تحدث فعلا، فمثلا، عند كتابة نص ما، اذا حُرك الحرف المسمى **ادخل**، تنتقل اشارة الكتابة الى اول السطر، واذا حرك الحرف **"امح الحرف السابق"**، يمح الحرف الذي يسبق اشارة الكتابة وترجع اشارة الكتابة الى الوراء.

4 - 2 كيفية كتابة القيم من النمط حرف

في الغة الشرمزية تكتب القيم من النمط **حرف** بكتابة رمز الحرف محاطا من اليمين و اليسار بالفاصلة العليا **'** ، فمثلا:

القيمة من النمط **حرف** والممثلة للحرف **قاف** تكتب **'ق'**

القيمة من النمط **حرف** والممثلة للحرف **خمسة** تكتب **'5'**

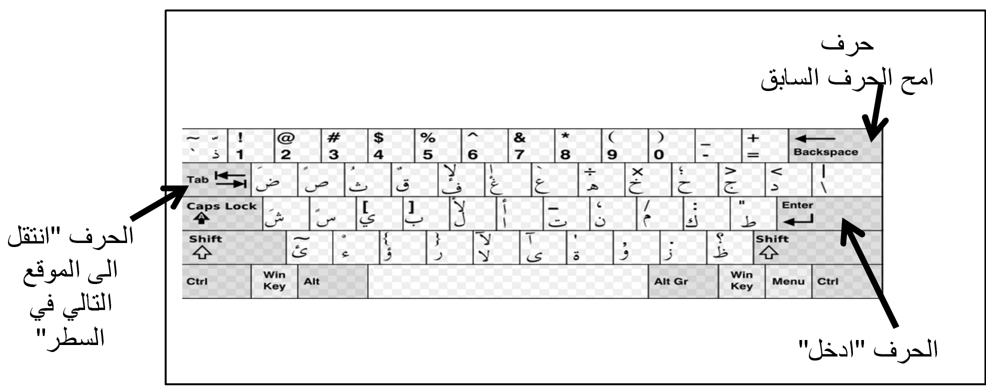
هام جدا: في اللغة الشرمزية وكل لغت الخوارزميات والبرامج، هناك فرق شاسع بين الكتابة 5 التي تمثل القيمة الطبيعية خمسة وبين الكتابة **'5'** التي تمثل رمز القيمة الطبيعية خمسة، او رمز الحرف خمسة، و '5' ليس الرمز الوحيد لتمثيل رمز القيمة الطبيعية خمسة، ففي الشرق الأوسط يستعمل رمز آخر و عند الرومان كان لهم رمز خاص بهم لتمثيل القيمة الطبيعية خمسة.

4 - 3 كيفية ادراج الحروف الغير المكتوبة في النص

استُحدث لكل حرف من الحروف الغير المكتوبة، رمز خاص به في اللغة الشرمزية، وفي الغالب يتكون الرمز من حرفين مكتوبين: اولهما حرف الإشارة المائلة للخلف (او الشَرطة المائلة للخلف) ثانهما حرف من الحروف الأبجدية، فمثلا، رمز الحرف **"امح الحرف السابق"** هو \م و رمز الحرف **"ادخل"** هو \ع، وهكذا اذا اردنا ان نكتب في النص القيمة الممثلة للحرف **ادخل** نضع رمز الحرف محاطا بالفاصلة العليا '، مثلا: **'\ع'**.

انطلاقا من تعريف كيفية كتابة القيم من النمط حرف في النص، لا يمكن ان نضع بين حرفي الفاصلة العليا ' اكثر من رمز لحرف ما، او اي كتابة لا تمثل رمزا لحرف واحد فقط، فالكتابة '12' خاطئة لكون الحرفين المتتاليان واحد وإثنان لا يمثلان رمزا لأي لحرف.

تنبيه: رموز الحروف الغير المكتوبة التي نستعملها في هذا الكتاب **خاصة باللغة الشرمزية**، وكل لغة شبه رمزية او رمزية لها تعريفها الخاص بهذه الحروف.



الشكل 1 : لوحة الحروف

4 - 4 كيفية كتابة الفاصلة العليا ' و احرف الإقتباس"

لهذين الحرفين رمزين اضافيين هما \' و \" ، ويستعمل هذين الرمزين الاخيرين في المواقع التي يستعمل فيها الحرفين كأحرف خاصة، فمثلا عند كتابة قيمة حرف ما، يصبح للفاصلة العليا ' وضع خاص و هو الإحاطة برمز الحرف الذي نريد كتابة قيمته، وفي هذه الحالة اذا اردنا كتابة الحرف الممثل للفاصلة العليا ' نستعمل رمزه الثاني محاطا برمزه الأول ، اي ' \' '.

اما عندما نكتب هذا الحرف في سلسلة من الحروف، يمكن ان نكتبه فقط برمزه الأول اي '، ففي كتابة سلاسل الحروف ليس لحرف الفاصلة العليا ' وضع خاص به ولا ينظر اليه كحرف خاص.

في سلسلة الحروف، يلعب حرف الإقتباس" دورا خاصا وهو الإحاطة بالسلسة، وفي هذه الحالة اذا اردنا ان ندرج حرف الإقتباس" في السلسلة، لا بد لنا من استعمال رمزه الثاني اي \"**.**

تنبيه: هناك فرق كبير بين القيمة 5 من النمط طبيعي و القيمة '5' من النمط حرف ، فالقيمة الأولى هي القيمة الطبيعية المعروفة التي تلي القيمة 4 و تسبق القيمة 6، اما القيمة **'5'** فهي في اغلب اللغات قيمة طبيعية تدل على الرمز 5، وهذه القيمة مختلفة عن القيمة الطبيعية 5، ولمعرفة القيمة الحقيقية لرموز كل الحروف علينا تصفح جداول الرموز المعتمدة، كجدول رموز **"آسْكي"** وجدول رموز **"يونيكود"**، فعلى سبيل المثال، وفي جدول الرموز **"آسْكي"** الذي يظهر بعض منه في الجدول 2، قيمة الحرف **'ف'** هي 186 وقيمة الحرف **'س'** هي 188 وقيمة الحرف '0' هي 48 و قيمة الحرف '1' هي 49.

4 - 5 امثلة من النمط حرف و من النمط سلسلة

يبرز الجدول 3 بعض الأمثلة الصحيحة و الخاطئة في كتابة الحروف وسلاسل الحروف في نص الخوارزم، كما يظهر الشكل 2 نتيجة تنفيذ التعليمات اكتب التابعة لخوارزم النص 1.

قيمة الحرف	رمز الحرف	قيمة الحرف	رمز الحرف	قيمة الحرف	رمز الحرف
48	**0**	199	ا	186	**ف**
49	**1**	200	**ب**	187	؛
50	**2**	201	ة	188	**س**
51	**3**	202	**ت**	189	**ش**
52	**4**	203	**ث**	190	**ص**
53	**5**	204	**ج**	191	؟
54	**6**	205	**ح**	196	ؤ
55	**7**	206	**خ**	197	**ع**
8	م\	10	س\	13	ع\

جدول 2 : عينة من جدول "آسكي"

القيمة	تعليق
'س\'	حرف غير مكتوب مفعوله: الانتقال الى السطر التالي
'ط\'	حرف غير مكتوب مفعوله: الانتقال الى الموقع التالي في السطر
'ع\'	حرف غير مكتوب مفعوله: ارجع الى اول السطر
"هذه جملة تكتب س\ في سطرين"	سلسلة من الحروف، اذا اعطيت للتعليمة اكتب، فستظهر على الشاشة في سطرين، السطر الأول فيه **هذه جملة تكتب** و السطر الثاني فيه **في سطرين** والانتقال الى السطر الثاني جاء بسبب رمز الحرف "انتقل الى السطر التالي" و هو **س**
'5س\'	خطأ: 5/س ليس رمزا لأي حرف
"هذه سلسلة ' فيها الرمز الأصلي للحرف ' '	لا حاجة لاستعمال الرمز الثاني لفاصلة العليا '
" عيب الجملة ها هو " وجب استعمال رمزه الثاني"	خطأ: حرف الإقتباس " الثاني ينتمي للسلسلة، يجب استعمال رمزه الثاني
" الجملة بالحرف \" سليمة"	استعمال الرمز الثاني لحرف الإقتباس "

جدول 3 : كتابات صحيحة و ا خرى لقيم من النمط حرف و سلسلة

```
اجراء اساسي () {
    اكتب "السلام\ س عليكم\ س و رحمة الله\ ط وبركاته"
    اكتب "1 ----------------------------------------"
    الكتب "االلقب\ ط الاسم\ ط المعدل\ ط الملاحظة"
    اكتب "2 ----------------------------------------"
    الكتب "هذه\م جملة\م ينقصها\م حروف\م اوجدها\م"
    اكتب "3 ----------------------------------------"
}
```

النص 1 : نص لتبيان مفعول الخروف الغير المكتوبة على كتابة ما

```
السلام
عليكم
و رحمة الله            وبركاته
----------------------------------------- 1
اللقب      الاسم      المعدل      الملاحظة"
----------------------------------------- 2
هذ جمل ينقصه حرو اوجده
----------------------------------------- 3
```

الشكل 2 : نتيجة تنفيذ خوارزم Error! Reference source not found.

5 – التصريح بالمتغيرات

تفرض اللغة **الشرمزية** صيغ خاصة للتصريح بالمتغيرات.

- يبدأ التصريح بذكر **اسم النوع** (او اسم **النمط**) الذي تنتمي اليه القيم التي نريد من المتغيرات تحملها، ويمكن ان يكون النوع **قاعدي** او **مركب**، فالنوع المركب هو اي نمط غير بدائي كالنمط الممثل لسلاسل الحروف.
- يتبع اسم النوع قائمة من الأسماء، هي اسماء المتغيرات.
- يجب ان يكون فراغا بين اسم النمط واسم اول متغيرة، وتفصل كل متغيرة عن التي تليها بالفاصلة.
- يختم التصريح بالفاصلة المنقوطة، وهي غير ضرورية اذا كان التصريح وحيدا في السطر.

يحتوي الجدول 4 على بعض الأمثلة التوضيحية.

تنبيه: و في اللغة الشرمزية، **كل كتابة تبدأ باسم نمط تفهم على انها تصريح بمتغيرات**، ويجب ان يحتوي التصريح على قائمة اسماء المتغيرات، وتحتوي القائمة على اسم واحد على الأقل.

التصريح	ملاحظة
طبيعي عدد_التلاميذ، عدد_الاقسام، عدد_الاساتذة ؛	التصريح بثلاث متغيرات موجه لاحتضان القيم الطبيعية،
حقيقي المعدل_العام؛	التصريح بمتغيرة واحدة موجه لاحتضان القيم الحقيقية
سلسلة اسم_المؤسسة، اسم_المدير ؛	التصريح بمتغيرتين موجهتين لاحتضان سلاسل الحروف
منطقي حاضر، مفتوح	التصريح بمتغيرتين موجهتين لاحتضان احدى القيم المنطقية صحيح او خطأ

جدول 4 : امثلة توضيحية لكيفية التصريح بالمتغيرات

تنبيه هام جدا: لا يمكن ان نصرح بمتغيرة ما مستعملين اسما من الأسماء التي تدل على نوع من الأنواع الأساسية او اسم قيمة ما، كالقيمتين المنطقيتين **صحيح** و **خطأ**، ويستحسن استعمال اسماء بعيدة كل البعد من اسماء الأنواع اواسماء القيم المنطقية، والجدول 5 يبرز بعض التصريحات الصحيحة والخاطئة.

التصريح	ملاحظة
طبيعي عدد_طبيعي ؛	التصريح صحيح، فكلمة عدد_طبيعي ليست باسم نمط
حقيقي المعدل_العام، طبيعي؛	**خطأ:** التصريح بالمتغيرة الثانية غير صحيح، اسم المتغيرة هو اسم مستعمل للتدليل على نوع.
منطقي صحيح، مريض؛	**خطأ:** التصريح بالمتغيرة الأولى غير صحيح، اسم المتغيرة هو اسم قيمة منطقية
منطقي صحيحا، مريض؛	التصريح صحيح، كلمة صحيحا ليست باسم نمط اوقيمة منطقية، الأفضل الإبتعاد عن الأسماء القريبة من الأسماء الأساسية في اللغة الشرمزية

جدول 5 : امثلة تحترم قواعد كتابة اسماء المتغيرات و اخرى خاطئة

5 – 1 : التصريح بالمتغيرات بقيمة اولية

عيوب التصريح بالمتغيرات دون قيمة اولية:

في العموم، اذا استعملت الطريقة السابقة (الجدول 4) في التصريح بالمتغيرات، تكون القيمة التي تحتويها المتغيرة غير معلومة ، فأي استغلال للمتغيرة في كتابة عبارة ما يمكن ان ينتج عنه قيم غير معلومة تحدث عيوبا وقت تنفيذ الخوارزم الذي صرحت فيه بالمتغيرة وكتبت فيه العبارة، ويبين النص 2 بوضوح خطورة التصريح بالمتغيرات دون قيمة اولية معلومة.

فبعد التصريح بالمتغيرات الثلاث (السطر الثالث في النص 2)، لا نعرف المحتوى الحقيقي لكل هذه المتغيرات، فمحتوى المتغيرات مجهول، وبعد تصريح السطر 3 تأتي تعليمة السطر 6، اي:

عدد_المجموعات = عدد_التلاميذ / العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة ؛

وتقوم هذه التعليمة بعملية تقسيم محتوى المدخل **عدد_التلاميذ،** بمحتوى المتغيرة **العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة**.

المتغيرة التي تمثل المدخل تكون دائما مشحونة بقيمة معلومة يوفرها من طلب تنفيذ الوظيفة، ولا يمكن طلب تنفيذ وظيفة ما او اجراء ما الا بعد شحن المداخل بالقيم المناسبة.

اما المتغيرة **العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة** ، فمحتواها غير معلوم، وهكذا تصبح القسمة في السطر 6 قسمة لمحتوى معلوم (المتغيرة **عدد_التلاميذ)** بمحتوى غير معلوم **(العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة)**، وتكون نتيجة العملية قيمة غير معلومة توضع بعد انتهاء التعليمة في المتغيرة **عدد_المجموعات،** وتتم التعليمات التالية عملها مرتكزة على قيمة غير معلومة وعشوائية، وتكون بذلك عشوائية وغير صحيحة النتيجة التي ترجعها الوظيفة.

لتفادي مثل هذه الحالات، يستحسن ان تشحن المتغيرات بقيمة معلومة يقينا عند التصريح بها، او قبل استعمالها في العبارات الحسابية.

```
طبيعي المجموعات (مداخل: عدد_التلاميذ ) {
 /* التصريح بثلاث متغيرات */
طبيعي العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة، عدد_المجموعات، البقية؛

/* نتيجة عملية القسمة توضع في المتغيرة  عدد_المجموعات */
عدد_المجموعات = عدد_التلاميذ / العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة ؛

/* نتيجة عملية بقية القسمة توضع في المتغيرة  البقية */
البقية = عدد_التلاميذ % العدد_الأقصى_للتلاميذ_في_المجموعة ؛

/* اذا كان محتوى البقية يساوي 0، فالنتيجة التي ترجعها  الوظيفة  هي محتوى
المتغيرة  عدد_المجموعات ، اما اذا كان محتوى البقية لا يساوي 0، فالنتيجة التي
ترجعها  الوظيفة  هي  محتوى المتغيرة  عدد_المجموعات + 1*/
اذا كان (البقية != 0){
    عدد_المجموعات = عدد_المجموعات + 1
    }
    ارجع    عدد_المجموعات ؛
}
```

النص 2 : وظيفة تحدد عدد مجموعات التلاميذ انطلاقا من العدد الإجمالي للتلاميذ

5 – 2 كيفية التصريح بالمتغيرات بقيمة اولية

يكون التصريح بقيمة اولية كالتصريح دون قيمة اولية مع اضافة عملية شحن بقيمة ما لكل متغيرة يراد شحنها بقيمة اولية، كما يظهر في أمثلة الجدول 6، ونلاحظ في السطر الرابع والخامس من الجدول 6، امكانية التصريح في آن واحد، ببعض المتغيرات بقيم اولية، واخرى بدون قيم اولية.

رقم	التصريح
1	**طبيعي** عدد_التلاميذ = 600، عدد_الاقسام=20، عدد_الاساتذة = 30؛
2	**حقيقي** الضريبة = 0.17؛
3	**سلسلة** اسم_المؤسسة = "العربي تبسي"، اسم_المدير= "احمد بن عمر" ؛
4	**طبيعي** عدد_التلاميذ = 600، عدد_الاقسام=20، عدد_الاساتذة؛
5	**حقيقي** أدنى_المعدل_مقبول = 10.00، المعدل_العام، اكبر_معدل؛

جدول 6 : امثلة مبينة لكيفية التصريح بقيمة ا,لية

ملاحظة: كما اشرنا اليه سابقا، لا يمكن التصريح بمتغيرة مستعملين اسما من أسماء انواع القيم، فالكتابة التالية غير صحيحة لكوننا استعملنا اسم النوع **طبيعي** كاسم متغيرة :

حقيقي أدنى_المعدل_مقبول = 10.00، طبيعي = 12؛

اما الكتابة : **سلسلة_حروف اسم_متغيرة = "طبيعي"؛** فهي كتابة صحيحة، فالكلمة **طبيعي** محاطة بحرفي الإقتباس "، فالكتابة "**طبيعي**" سلسلة حروف، وليست باسم متغيرة، او اسم نوع قاعدي، فاسم المتغيرة يأتي مباشرة بعد اسم النوع ولا يوضع بين حرفي الإقتباس "، وكما اشرنا اليه، يمكن وضع اي سلسلة من الحروف محاطة بحرفي الإقتباس "، فمنفذ الخوارزم لا ينشغل بما في داخل حرفي الإقتباس " ولا يحاول معرفة معنى ما بداخل حرفي الإقتباس ".

5 –3 كيفية التصريح بالمتغيرات في رأس الخوارزم في اللغة الشرمزية

تعودنا على سرد متغيرات رأس الخوارزم الممثلة لمنافذ الخوارزم دون اي وصف لأنواعها، وبما اننا الآن نعلم ان لكل متغيرة نوعا ما، اصبح لزاما علينا ان نحدد نوعية كل منفذ من منافذ الخوارزم.

لسرد متغيرات رأس الخوارزم نتبع الطريقة التالية في كتابة **المداخل** و **المخارج:**

- إن كانت للخوارزم مداخل نبدأ بها، وهي كل ما يصرح به قبل المخارج، وبالتحديد قبل كلمة **مخارج**، فنكتب اولا كلمة **مداخل** (او لا نكتبها لكون كتابتها غير ضرورية)، ثم نتبعها بقائمة من المتغيرات او اكثر.
  - o كل قائمة من المتغيرات مفصولة عن الأخرى بالفاصلة المنقوطة (وهي ليست ضرورية).
  - o كل قائمة تبدأ باسم نمط ما متبوعا بأسماء المداخل.
- ان كانت للخوارزم مخارج نكتب وجوبا كلمة **مخارج** ثم نتبعها بقائمة من المتغيرات او اكثر كما هو الحال مع المداخل.

و يسرد الجدول 7 بعض الأمثلة، ونلاحظ في الأسطر (2 ، 4 و 7) غياب كلمة مداخل لعدم ضرورتها، فإذا غابت كلمة مداخل، فتكون المداخل كل ما يظهر بين قوسين قبل كلمة مخارج ان وجدت، فإن لم توجد فكل ما بين القوسين مداخل.

الرقم	الأمثلة
1	اجراء ج1 (**مداخل: طبيعي** ط1، ط2؛ **حقيقي** ح1؛ **مخارج: منطقي** م1؛ **سلسلة** س1)
2	اجراء ج1 (**طبيعي** ط1، ط2؛ حقيقي ح1؛ **مخارج: منطقي** م1؛ **سلسلة** س1)
3	**طبيعي** حل_معادلة_د2 (**مداخل:** حقيقي ا، ب، ج)
4	**طبيعي** حل_معادلة_د2 (حقيقي ا، ب، ج)
5	**اجراء حصل (مخارج: حقيقي** الف، باء، جيم **)**
6	**اجراء اخبر** (**المداخل: منطقي** نوعية_الحل؛ **حقيقي** ،حل1، حل2)
7	**اجراء اخبر** (**منطقي** نوعية_الحل؛ **حقيقي** ،حل1، حل2)

جدول 7 : امثلة تبين كيفية التصريح بمنافذ الخوارزم

5 – 4 مواقع التصريح بالمتغيرات

يمكن التصريح بمتغيرة ما في اي مكان في الخوارزم (النص 3)

- اذا صرح بالمتغيرة **داخل الخوارزم الكلي و خارج اي خوارزم جزئي**، تكون هذه المتغيرة **متغيرة عامة للخوارزم**، فيمكن لأي خوارزم جزئي الوصول اليها والتعامل معها.
- اذا صرح بالمتغيرة **في جسد الخوارزم الجزئي وعلى مستوى الكتلة الرئيسية** الممثلة للخوارزم الجزئي، فان المتغيرة تكون متغيرة **محلية للخوارزم الجزئي**، تستطيع اي تعليمة من الخوارزم الجزئي الوصول اليها والتعامل معها، ولا يمكن الوصول للمتغيرة المحلية من خارج

الخوارزم الجزئي الذي فيه صرحت، فهي غير مرئية من خارج الخوارزم الجزئي الذي فيه صرحت.

- اذا صرح بالمتغيرة **في جسد الخوارزم الجزئي** و في **كتلة غير الكتلة الرئيسية**، تصبح المتغيرة محلية للكتلة وكل الكتل الداخلية للكتلة التي صرحت فيه، وهي غير مرئية من قبل الكتل الأخرى حتى الكتلة الرئيسية.
- اذا صرح بالمتغيرة في **راس تعليمة شرطية او تعليمة تكرار**، تصبح المتغيرة محلية للتعليمة ولكل كتلة تابعة للتعليمة الشرطية اوالتكرار، ولا تُرى مثل هذه المتغيرة خارج التعليمة الشرطية او التكرار.

```
خوارزم حل_معادلات_الدرجة_الثانية {
  طبيعي الف ، جيم؛    // التصريح بمتغيرتين عامتين يمكن الوصول اليهما من اي تعليمة من اي خوارزم جزئي.
  /*****************************************************************/
  /*     فيما يلي الخوارزم الجزئي اخبر وهو اجراء                     */
  /*****************************************************************/
  اجراء اخبر (المداخل: نوعية_الحل ،حل1، حل2 ) {
    حقيقي موقع1؛  // التصريح بمتغيرة محلية للخوارزم الجزئي اخبر في الكتلة الرئيسية، يمكن الوصول اليها فقط
                  // من قبل تعليمات للخوارزم الجزئي اخبر
    .......
  }  // نهاية الخوارزم الجزئي اخبر
  /*****************************************************************/
  /*     فيما يلي الخوارزم الجزئي تحصل وهو اجراء                     */
  /*****************************************************************/
  اجراء تحصل (مخارج الف، باء، جيم ) {
    ....
    مادام (منطقي م1 = صحيح) {  //  التصريح بمتغيرة محلية لتعليمة التكرار، يمكن الوصول اليها فقط
                               // من قبل تعليمات جسد تعليمة التكرار، لا ترى خارج تعليمة التكرار

      ........
    } // نهاية تعليمة التكرار  مادام (منطقي م1 = صحيح)
  }  // نهاية الخوارزم الجزئي تحصل

  /*****************************************************************/
  /*     فيما يلي الخوارزم اساسي                                     */
  /*****************************************************************/
  اجراء اساسي (){
    منطقي  حالة = صحيح؛
    ......
    اذاكان(حالة == صحيح){
      ........
      طبيعي عدد = 0 ؛ // التصريح بمتغيرة حاخل كتلة غير الكتلة الرئيسية، ، يمكن الوصول اليها فقط
                      // من قبل تعليمات الكتلة والكتل الداخلية للكتلة، لا ترى خارج الكتلة

      .....
    }
  }
} // نهاية الخوارزم الكلي حل_معادلات_الدرجة_الثانية
```

النص 3 : **مثال عن محتوى جسد الخوارزم الكلي**

5 - 4 – 1 المتغيرات المحلية

إذا كان التصريح داخل كتلة (الكتلة الرئيسية للخوارزم الجزئي او اي كتلة اخرى داخل الخوارزم الجزئي) ، تكون **المتغيرة محلية و خاصة بالكتلة التي انشأت فيها وكل الكتل الداخلية للكتلة التي انشأت فيها** ، والمتغيرة **المحلية** متوفرة فقط لتعليمات الكتلة التي فيها صرح بها والكتل الداخلية، ولا يمكن الوصول اليها من خارج الكتلة التي فيها صرح بها، فهي غير معروفة خارج الكتلة التي فيها صرحت، وتمثل المتغيرات المحلية المجال الخاص بالخوارزم الجزئي، بل بالمجال الخاص بالكتلة التي فيها انشأت (او المجال المحلي).

هام جدا: تعتبر **المتغيرات الممثلة لمنافذ الخوارزم الجزئي تابعة للمجال الخاص للخوارزم**، فهي من المتغيرات المحلية كتلك المتغيرات التي انشأت في الكتلة الرئيسية الممثلة لجسد الخوارزم الجزئي، وهذه المتغيرات الممثلة للمداخل والمخارج متوفرة لأي تعليمة من تعليمات الخوارزم الجزئي ولا ترى من خارج الخوارزم الجزئي.

مثال توضيحي:

- في النص 4 تحتوي الوظيفة **حل_معادلة_د2** على اربع متغيرات محلية، و هي:
  - المتغيرات الممثلة للمنافذ **ا** ، **ب**، **ج** ،
  - المتغيرة **دلتا**
- في الإجراء **اخبر** لا توجد اي متغيرة محلية.
- في الإجراء **حصل** نجد ثلاث متغيرات، وهي تلك الممثلة للمنافذ.
- في الإجراء **اساسي** نجد ثلاث متغيرات محلية صرح بها في جسد الإجراء ولا توجد اي متغيرة ممثلة للمنافذ.

هام جدا: نلاحظ استعمال نفس الأسماء في الإجراء **اساسي** و في الإجراء **حصل**، و هذا ممكن لكون المجالات المحلية مختلفة ولا توجد اي علاقة تأسيسية او وجودية بينهم، فكل مجال منفصل انفصالا تاما عن باقي المجالات الخاصة والمجال العام.

5 - 4 – 1 المتغيرات العامة

المتغيرة العامة(أو الكلية) هي تلك التي يُصرح بها خارج الخوارزم، وهي متوفرة لكل الخوارزميات الجزئية المكونة لخوارزم ما، وتمثل المتغيرات العامة **المجال العام للخوارزم**، فعلى سبيل المثال، في النص 4، نرى في البداية و خارج كل الخوارزميات الجزئية، التصريح بالمتغيرات **حل1** ، **حل2** و **نوعية_الحل**، و يستعمل هذه المتغيرات او بعض منها كل من الإجراء **حصل** والوظيفة **حل_معادلة_د2**.

```
خوارزم  حل_معادلات_الدرجة_الثانية {
  حقيقي حل1، حل2؛
  طبيعي الحل ؛

  اجراء اخبر () {
      اذا كان (الحل == 0) {
          اكتب "ليس للمعادلة حل"؛
          ارجع؛
      }
      اذا كان (الحل == 1) {
          اكتب " للمعادلة حل واحد وهو  س= " + حل1؛
          ارجع؛
      }
      اكتب " للمعادلة حلين :" ؛
      اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1؛
      اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2؛
  }

  طبيعي حل_معادلة_د2 (مداخل: ا، ب، ج) {
      دلتا = ب*ب – 4*ا*ج؛
      اذا كانت (دلتا < 0) {
          ارجع 0 ؛
      }
      اذا كانت (دلتا == 0) {
          حل1  =  -ب / 2*ا ؛
          ارجع 1 ؛
      }
      حل1  =  (-ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*ا ؛
      حل2  =  (-ب - جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*ا ؛
      ارجع 2
  }

  اجراء حصل (مخارج (الف، باء، جيم ) {
      اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملين أ ، ب ، ج" ؛
      اقرأ الف ؛
      اقرأ باء ؛
      اقرأ جيم ؛
  }

  اجراء اساسي (){
      حقيقي الف، باء، جيم؛
      حصل (الف، باء، جيم) ؛
      الحل = حل معادلة_د2(الف، باء، جيم) ؛
      اخبر ()؛
  }
} // نهاية الخوارزم الكلي حل_معادلات_الدرجة_الثانية
```

المجال العام للخوارزم يحتوي على 3 متغيرات عامة هي: **حل1، حل2 ، الحل**

المجال الخاص بالإجراء **اخبر** لا يحتوي على اي متغيرة محلية، و يستعمل متغيرات المجال العام **الحل، حل1، حل2** ،

المجال الخاص بالوظيفة **حل_معادلة_د2** يحتوي على 3 متغيرات محلية هي: **ا، ب، ج،** ويستعمل متغيرات المجال العام وبالتحديد: **حل1، حل2** ،

المجال الخاص بالإجراء **حصل** يحتوي على 3 متغيرات هي: **الف، باء، جيم،** ولا يستعمل اي من متغيرات المجال العام

المجال الخاص بالإجراء **اساسي** يحتوي على 3 متغيرات هي: **الف، باء، جيم،** يستعمل المتغيرة **الحل** من المجال العام

النص 4: المتغيرات العامة والمحلية في نص الخوارزم المركب حل معادلة من الدرجة الثانية

> **تنبيه هام:** في مجال ما، يكون التصريح بمتغيرة ما **مرة واحدة فقط**، فلا يمكن ان نعيد التصريح بمتغيرة ما في نفس المجال، كما **لا** يمكن في مجال ما **اعادة استعمال اسم** قد رُبِط بمتغيرة في نفس المجال، ويمكن ان نجد نفس الاسم قد اسْتُعمل للتصريح بمتغيرات في اكثر من مجال خاص وفي المجال العام، لكون المتغيرات التي انشأت مختلفة ومنفصلة انفصالا تاما.

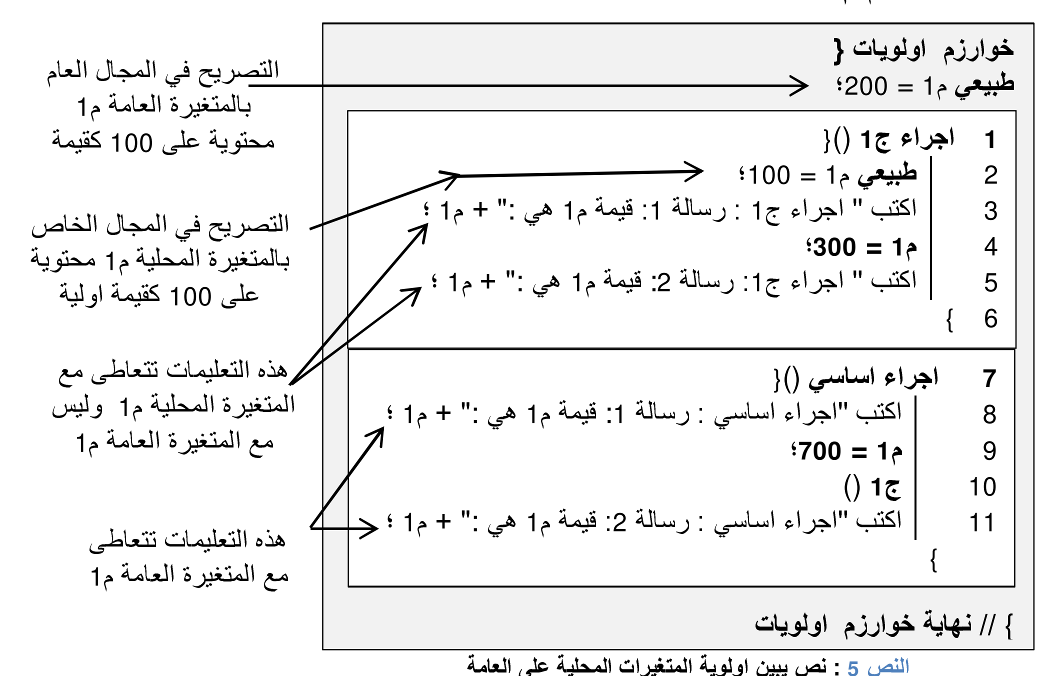
5 – 5 أسبقية المتغيرات الحاملة لنفس الاسم

تكون هذه الحالة عندما يصرح في المجال العام بمتغيرة ما ثم يعاد استعمال نفس الاسم للتصريح بمتغيرة في مجال محلي، اي ان نفس الإسم استعمل مع متغيرة عامة ومع متغيرة محلية لخوارزم جزئي، ففي مثل هذه الحالة التي **يستحسن ان يتجنبها واضعي الخوارزميات**، تكون الأولوية للمتغيرة المحلية، فتُحجب عن تعليمات الخوارزم المتغيرة العامة وتُوفر للتعليمات المتغيرة المحلية، فعلى سبيل المثال نرى في النص 5 المتغيرة العامة **م1** وقد صرح بها في المجال العام، ونرى ايضا في الإجراء **ج1** اعادة استعمال الاسم **م1** للتصريح بمتغيرة محلية، وعند تنفيذ الإجراء **ج1**، وإذا تعاملت تعليمة ما مع الاسم **م1** (الأسطر من 3 الى 5)، فسوف تتعامل التعليمة مع المتغيرة المحلية **م1**، ولا يمكن لأي تعليمة من تعليمات الإجراء **ج1** الوصول للمتغيرة العامة عبر الاسم **م1**.

5 – 6 مثال توضيحي : السلوك الفعلي لخوارزم النص 5

يبدأ تنفيذ خوارزم النص 5 من اول تعليمة في الإجراء **اساسي**، واول تعليمة فيه هي الظاهرة في السطر 8، اي: **اكتب "اجراء اساسي: رسالة 1: قيمة م1 هي :" + م1 ؛**

وتظهر على الشاشة نتيجة تنفيذ هذه التعليمة (الشكل 3)، و بعد ها تنفذ التعليمة التالية (السطر 9)، اي **م1 = 700**؛ وهذه التعليمة تتعامل مع المتغيرة العامة **م1**، فلا توجد على مستوى الإجراء اساسي اي متغيرة محلية تحمل الاسم **م1**.



النص 5 : نص يبين اولوية المتغيرات المحلية على العامة

```
اجراء اساسي:  رسالة 1: قيمة م1 هي :200
```

الشكل 3 : نتيجة تنفيذ تعليمة السطر 8 من Error! Reference source not found.

ثم يطلب الإ ، اي **ج1()**، فيتحول التنفيذ الى الإجراء **ج1** ، وبعد الانتقال الى تنفيذ الإجراء **ج1**، يشرع المنفذ اولا في انشاء المتغيرات التي صرح بها في المجال الخاص (السطر 2)، وفي حالنا، ينشأ المنفذ المتغيرة المحلية **م1** انطلاقا من التصريح: **طبيعي م1 = 100**؛ ويضع فيها القيمة 100، وبهذا التصريح لن تتمكن تعليمات الإجراء **ج1** من الوصول الى المتغيرة العامة **م1** عبر الاسم **م1**، فهذا الاسم اصبح مرتبطا بالمتغيرة المحلية **م1**.

بعد انشاء متغيرات المجال الخاص للإجراء **ج1**، يشرع في تنفيذ اول تعليمة من الإجراء **ج1** (السطر 3) و هي التعليمة: **اكتب** " **اجراء ج1 : رسالة 1: قيمة م1 هي** :" + **م1** ؛ وفي هذه الحالة تتعامل التعليمة اكتب مع المتغيرة المحلية، فهي اقرب، وبهذا نرى على الشاشة في السطر الثاني البيان الذي ارسله إجراء **ج1**، و نلاحظ ان القيمة 100 هي حقيقة قيمة المتغيرة المحلية **م1**.

```
اجراء اساسي:  رسالة 1: قيمة م1 هي :200
اجراء ج1:  رسالة 1: قيمة م1 هي :100
```

الشكل 4 : وضعية الشاشة بعد تنفيذ تعليمات السطر 8 و 3 من Error! Reference source not found.

ثم ينتقل التنف تتعامل هذه التعليمة مع المتغيرة المحلية **م1** فتغير محتواها، وبعدها ينتقل التنفيذ الى السطر 5 فتُنفذ التعليمة : **اكتب** " **اجراء ج1: رسالة 2: قيمة م1 هي** :" + **م1** ؛ والتي تحدث على الشاشة ما يظهر في الشكل 4، و نلاحظ ثانية ان التغيير الذي طرأ في السطر 4 انما استهدف المتغيرة المحلية **م1**، ونلاحظ هنا ان وجود المتغيرة المحلية **م1** في **ج1**، جعل كل التعليمات تتعامل فقط مع المتغيرة المحلية، وبقيت المتغيرة العامة **م1** بعيدة عن تعليمات **ج1**، فلم تمس المتغيرة العامة **م1** من قبل تعليمات ج1.

```
اجراء اساسي:  رسالة 1: قيمة م1 هي :200
اجراء ج1:  رسالة 1: قيمة م1 هي :100
اجراء ج1:  رسالة 2: قيمة م1 هي :300
```

الشكل 5 : وضعية الشاشة بعد تنفيذ تعليمات الأسطر 8، 3، 4، 5، من Error! Reference source not found.

بعد الانتهاء من تنفيذ التعليمة الأخيرة من الإجراء **ج1**، يعود التنفيذ الى الإجراء **اساسي**، وبالتحديد الى التعليمة التي تلي مباشرة تعليمة طلب تشغيل الإجراء **ج1**، اي تعليمة السطر 11 و هي:

اكتب "من اساسي: : رسالة 2: قيمة م1 هي :" + **م1** ؛

و نرى جليا عبر البلاغ الذي ارسلته هذه التعليمة الى الشاشة (الشكل 6) ان محتوى المتغيرة العامة **م1** لم يمس من قبل الإجراء **ج1**، فهذه التعليمة تتعامل مع المتغيرة العامة **م1**، اذ لا توجد في **اساسي** اي متغيرة محلية باسم **م1**، وبما ان الإجراء **ج1** تعامل مع المتغيرة المحلية **م1** فلم يمس المتغيرة العامة **م1** ، فقيمة هذه المتغيرة العامة هي القيمة التي كانت فيها قبل طلب تنفيذ الإجراء **ج1**.

```
اجراء اساسي: رسالة 1: قيمة م1 هي :200
اجراء ج1: رسالة 1: قيمة م1 هي :100
اجراء ج1: رسالة 2: قيمة م1 هي :300
اجراء اساسي: رسالة 2: قيمة م1 هي :700
```

الشكل 6 : وضعية الشاشة بعد اتمام تنفيذ خوارزم Error! Reference source not found.

6 - المتغيرات الثابتة:

نذكر ان المتغيرة في حقيقتها موقع في الذاكرتحفُظ فيه قيمة يُ مكن تغييرها اكثر من مرة.

في بعض المواقف نريد ان نضع قيمة ما في متغيرة ثم لا نسمح بتغييرها مرة اخرى، وكأننا جمدنا المتغيرة بعد تغيير واحد فقط، وفي اغلب الأحيان يحدث الشحن للمرة الأولى عند التصريح بالمتغيرة الثابتة بقيمة اولية، ونسمي مثل هذه المتغيرات **بالمتغيرات الثابتة**، اي تبقي ثابتة على القيمة التي شحنت بها لأول مرة.

و يمكن ان نصرح بالمتغيرة الثابتة بدون قيمة اولية، وفي هذه الحالة تشحن المتغيرة باستعمال تعليمة الشحن (الرمز =)، ولا يمكن تنفيذ تعليمة الشحن على المتغيرة الثابتة اكثر من مرة واحدة.

التصريح بالمتغيرات الثابتة هو نفس التصريح الذي يستعمل مع المتغيرات، الا اننا نضيف في اول التصريح اشارة تدل على ان المتغيرة متغيرة ثابتة، والاشارة التي نستعملها هي كلمة **ثابت**، كما يظهر في الأمثلة التالية:

```
ثابت حقيقي بي = 3.14
ثابت طبيعي اقصى_عدد = 9999
ثابت طبيعي ابيض = 0، اخضر = 1، اصفر = 2
```

6 – 1 اهمية المتغيرات الثابتة

تلعب المتغيرات الثابتة دورا هاما في جعل نص الخوارزم اكثر وضوعا و اسهل في الفهم والتصحيح و التطوير.

أول امر يستحسن فيه استعمال المتغيرات الثابتة هو **اجتناب ما امكن استعمال القيم الثابتة** كما هي، فمثلا اذا اردنا كتابة خوارزم يعالج امورا متعلقة بالأشكال الهندسية، سوف نجد عبارات تحتوي على القيمة الثابتة 3.14 كالعبارة: **مساحة = 3.14*قطر*قطر**، ففي مثل هذه الحالة يستحسن كثيرا

استعمال متغيرة ثابتة قد شحنت بالقيمة 3.14، واذا فرضنا ان اسم المتغيرة الثابتة هو **بي**، تصبح العبارة على الشكل : **مساحة** = **بي*قطر*قطر**

6 – 2 فوائد استعمال المتغيرات الثابتة بدل القيم الثابتة

تجنب استعمال **القيم الثابتة** واستعمال بدلهم **المتغيرات الثابتة** له فائدة كبيرة في التحكم في عملية تغيير محتوى الخوارزم، فمثلا لو فرضنا اننا امام خوارزم كبير ذكرت فيه القيمة الثابتة **3.14** عشرون مرة، ثم طلب منا بعد فترة تحسين مردود الخوارزم باستعمال قيمة ادق، مثلا القيمة **3.1415** ، فلنتمكن من انجاز التغيير المطلوب، وجب علينا البحث عن كل المواقع التي ذكرت فيها القيمة **3.14** وتغيرها للقيمة الجديدة، وفي حالتنا يجب علينا اجراء 20 تغييرا، ومثل هذه العملية ليس من السهل انجازها دون اخطاء في الكتابة ويمكن ان تكون هكذا عملية مقلقة ومكلفة.

لتجنب مثل هذه الحالة كان بالإمكان التصريح في اول الخوارزم بالمتغيرة الثابتة **بي** بقيمة اولية تساوي 3.14، ثم استعمال المتغيرة الثابتة بدل القيم الثابتة، وعند الرغبة في تغيير قيمة 3.14 الى القيمة 3.1415 في الخوارزم لن نتجه الا لموقع واحد فقط، هو الموقع الذي صرح فيه بالمتغيرة الثابتة **بي** ونسدد كتابة القيمة من 3,14 الى 3.1415، وهكذا تتم عملية تغيير الخوارزم بسرعة فائقة، واحتمال الخطأ في الكتابة يكون ضئيلا جدا، لكوننا قمنا بتغيير واحد فقط.

الفصل الحادي عشر

الدورة الزمنية للمتغيرات

---

1 - مقدمة

تمثل المتغيرات ذاكرة الخوارزم، فهي التي تحتفظ بمجمل المعلومات التي يتعامل معها الخوارزم، وبشكل ملموس يُ خصص لكل متغيرة من متغيرات الخوارزم موقعا خاصا في ذاكرة الآلة التي هي بصدد تنفيذ الخوارزم، ويدل اسم المتغيرة على موقع المتغيرة في ذاكرة الآلة.

عند تنفيذ الخوارزم، وكلما وجدت آلية التنفيذ تصريحا بمتغيرة ما، تقوم بحجز موقع من الذاكرة للمتغيرة استنادا الى نمطها (او نوعها)، ونسمي هذه العملية بعملية **إنشاء المتغيرة**.

ولكل متغيرة **حجم في الذاكرة**، وهذا الحجم مرتبط اساسا بنمط (او نوع) المعلومات التي تشحن في المتغيرة، وفي سياق انشاء متغيرة ما، يستنتج حجمها من النمط الذي استعمل عند التصريح بها.

يقاس حجم المتغيرات بعدد الوحدات الأساسية التي تقاس بها ذاكرات الحواسب، وهناك وحدتين اساسيتين تستعمل لنعرفة حجم الذاكرات: **"البِت"** و **" البَايَت"**، **فالبِت** لا يمكنه ان يحمل الا قيمتين: 0 و 1، اما **"البايت"** فهو مجموعة من 8 **"بتات"**، وفي بعض الأحيان عوض استعمال كلمة **"بايت"** نستعمل كلمة **"حرف"**، لكون النوع **حرف** يستهلك **"بايتا"** واحدا من الذاكرة (او 8 بتات ان شئت).

2 - توقيت انشاء المتغيرات

عند الإقلاع في تنفيذ الخوارزم، تكون **المتغيرات العامة** هي اول ما ينشأ من المتغيرات، وتبق متوفرة لكل تعليمات الخوارزم مادام الخوارزم في حالة تنفيذ لم ينته بعد، ثمنشأُ المتغيرات المحلية عندما يُ نفذ الخوارزم الجزئي الذي فيه صرحت، وتمُح آليا هذه المتغيرات بإخلاء مواقعها فور انتهاء الخوارزم الجزئي من التنفيذ.

وبما ان الخوارزم الجزئي **اساسي** هو اول اجراء ينفذ عند الإقلاع في تنفيذ الخوارزم ، فان متغيراته المحلية هي اول ما ُينشأ من المتغيرات المحلية، وتبقى في الذاكرة حتى نهايته وهي ايضا نهاية الخوارزم الكلي.

كلما اصبح خوارزم جزئيا ما حيويا، اي انه في حالة تنفيذ، تنشأ متغيراته المحلية، وكلما انتهت حيويته، اي ان تنفيذه انته، تنته صلاحية متغيراته المحلية، فتحذف من الذاكرة، ثم اذا اعيد الخوارزم لحيويته مرة اخرة، تكون حياته مختلفة تماما عن الحياة التي سبقت، فلا علاقة بينهما، وتنشأ في الحياة الجديدة متغيرات محلية اخرى، لا علاقة لها البتة بالمتغيرات التي انشأت في حياة سابقة وحذفت.

3 - الشرح البياني للدورة الزمنية للمتغيرات

لشرح مراحل تواجد متغيرات الخوارزم في الذاكرة، نستعمل الرسوم البيانية التالية (الشكل 1) :

- نعبر عن الذاكرة الكلية للآلة بمستطيل مكون من منطقتين
  - منطقة خاصة بالمتغيرات العامة.

- منطقة خاصة بالمتغيرات المحلية.

- كل متغيرة عامة او محلية ممثلة باسم يليه مستطيل فيه توضع قيمة المتغيرة
- اذا كانت القيم غير معلومة نضع داخل المستطيل الممثل للمتغيرة علامات استفهام ؟؟؟.

مع1 متغيرة عامة **معلومة** المحتوى

مع2 متغيرة عامة **مجهولة** المحتوى

منطقة المتغيرات العامة

مع1	100	مع2	؟؟؟

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

المجال الخاص بالإجراء اساسي		المجال الخاص بالإجراء ع1	
مم1	؟؟؟	مم1	23.02
مم2	679	ممح1	23.02
		ممح2	؟؟؟

المجال الخاص بالإجراء الحيوي **اساسي** يحتوي على متغيرتين محليتين مم1 و مم2، احداهما مم1 مجهولة المحتوى

المجال الخاص بالإجراء الحيوي **ع1** (اجراء او وضيفة) يحتوي على ثلاث متغيرات محليات، احداهما ممح2 مجهولة المحتوى

الشكل 1 : رسم توضيحي للمتغيرات في الذاكرة

4 - مثال توضيحي

يظهر النص 1 خوارزم هدفه حساب السعر الاجمالي انطلاقا من سعر الوحدة والكمية، وهذا الخوارزم مكون من جزئين:

- الخوارزم الجزئي الأول، المسمى **سعر:** و هو **وظيفة** تقوم بعملية حساب السعر الإجمالي، وحتى تتمكن الوظيفة من القيام بعملها على الوجه المرجو منها، يجب على من يطلب تنفيذها ان يوفر لها معلومتين عبر مداخلها: المعلومة الأولى هي سعر الوحدة عبر المدخل المسمى "**س_وحدة**" والمعلومة الثانية هي الكمية عبر المدخل المسمى "**كم**"، واثناء تنفيذها (و نقول ايضا اثناء حيويتها) ومن اجل انجاز ما يُطلب منها، ترتكز الوظيفة "**سعر**" على المتغيرات العامة "**عدد_سعر_الجملة**"، "**عدد_سعر_المصنع**"، "**خصم_جملة**" و "**خصم_مصنع**".
  - فاذا كانت الكمية اقل من محتوى المتغيرة العامة "**عدد_سعر_الجملة**"، يكون السعر هو ضرب الكمية في سعر الوحدة، وهو ما نسميه **بالسعر القاعدي**، اي: "**كم*س_وحدة**".
  - واذا كانت الكمية اقل من "**عدد_سعر_المصنع**" واكبر او تساوي "**عدد_سعر_الجملة**"، يكون السعر هو خصم ما تحتويه المتغيرة "**خصم_جملة**" من السعر القاعدي، اي "**كم*س_وحدة -كم*س_وحدة*خصم_جملة**" او "**كم*س_وحدة*(1 - خصم_جملة)**"، فمثلا، اذا كان محتوى المتغيرة "**خصم_جملة**" هو 0.15، يكون الخصم 15 في المئة (15 %) من السعر القاعدي، اي "**كم*س_وحدة – كم*س_وحدة*0.15**"، او "**كم*س_وحدة*0.85**".

```
خوارزم السعر_الاجمالي {
طبيعي عدد_سعر_الجملة = 200 ؛
طبيعي عدد_سعر_المصنع = 12000 ؛
حقيقي خصم_جملة = 0.15، خصم_مصنع = 0.25؛
حقيقي سعر (طبيعي كم؛ حقيقي س_وحدة) {
    حقيقي السعر_القاعدي، السعر_الحقيقي ؛
    السعر_القاعدي= كم* س_وحدة ؛
    اذكان (كم < عدد_سعر_الجملة) {
        ارجع السعر_القاعدي ؛
    }
/* في  هذ المرحلة تكون الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة */
    اذكان (كم < عدد_سعر_المصنع) {
        السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_جملة) ؛
        ارجع السعر_الحقيقي ؛
    }
/* في  هذ المرحلة تكون الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع */
    السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_مصنع) ؛
    ارجع السعر_الحقيقي ؛
}
اجراء اساسي () {
// التصريح بالمتغيرات المحلية
طبيعي الخيار، ك؛
حقيقي س، سك؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
اذكان (الخيار == 0 ) {
    اكتب "شكرا للإهتمام، مع الف سلامة"؛
    ارجع؛ /* ينته الخوارزم في هذه الحالة */
}
اكتب " اعطني الكمية" ؛
اقرأ ك ؛
اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
اقرأ س ؛
/* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع  ك و س في مداخل سعر */
/* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                         */
سك = سعر(ك، س) ؛
اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
اذكان (الخيار == 0 ) {
    اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
    ارجع؛ /* ينته الخوارزم في هذه الحالة */
}
اكتب " اعطني الكمية" ؛
اقرأ ك ؛
اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
اقرأ س ؛
سك = سعر(ك، س) ؛
اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
}
} // نهاية الخوارزم  السعر_الإجمالي
```

النص 1: **خوارزم حساب السعر الإجمالي**

- o اما اذا كانت الكمية اكبر او تساوي "**عدد_سعر_المصنع**"، يكون السعر هو خصم ما تحتويه المتغيرة "**خصم_مصنع**" من السعر القاعدي، اي "**كم*س_وحدة - كم*س_وحدة*خصم_مصنع**" او "**كم*س_وحدة*(1 - خصم_مصنع)**"، فمثلا، اذا كان محتوى المتغيرة **خصم_مصنع** هو 0.25، يكون الخصم 25 في المئة (25 %) من السعر القاعدي، اي "**كم*س_وحدة - كم*س_وحدة*0.25**"، **او "كم*س_وحدة*0.75".**

- الخوارزم الجزئي الثاني هو الإجراء **اساسي**، و يقوم بالتفاعل مع المستخدم، فيطلب منه "**هل تريد حساب السعر الإجمالي ؟**".
  - o فاذا كانت قيمة جواب المستخدم هي **0** ، ينته تنفيذ الإجراء **اساسي**، وبانتهائه ينته تنفيذ الخوارزم.
  - o اما اذا كانت قيمة جواب المستخدم مختلفة عن **0**، اي ان المستخدم يكتب اية قيمة، يقوم الإجراء اساسي بطلب "**الكمية**" ثم "**السعر**"، وبعدها يطلب خدمة الوظيفة "**سعر**"، اي ينفذ تعليمة طلب تنفيذ الوظيفة "**سعر**" التي من خلالها يتحصل على النتيجة التي توصلت اليها الوظيفة "**سعر**"، وبعد الحصول على النتيجة يقوم الإجراء بكتابتها على الشاشة ويكرر بعدها الطلب "**هل تريد حساب السعر الإجمالي**" من المستخدم.

5 – تطور حالة الذاكرة اثناء تنفيذ الخوارزم "السعر_الاجمالي":

قبل انطلاق الخوارزم تكون الذاكرة خالية، ومباشرة عند بدأ التنفيذ، يقوم المنفذ، بإنشاء المتغيرات العامة، فتكون الذاكرة في اول الأمر على النحو الذي يظهره الشكل 2.

منطقة المتغيرات العامة			
عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25
منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)			

الشكل 2 : حالة الذاكرة عند انطلاق الخوارزم وقبل الشروع في تنفيذ اساسي من النص 1

انطلاق الإجراء اساسي

بعد اكتمال إنشاء المجال العام، ينتقل المنفذ مباشرة الى تنفيذ الإجراء **اساسي**، وقبل الدخول في جسد الإجراء **اساسي** يقوم المنفذ بإنشاء المتغيرات المرتبطة بمنافذ الإجراء **اساسي**، وبما ان الإجراء **اساسي** قد كتب دون منافذ، فلا يحدث اي تغيير على حالة الذاكرة في هذه المرحلة.

بعد هذه المرحلة، يدخل المنفذ الى جسد الإجراء **اساسي**، وبالتحديد الى الكتلة الرئيسية اين توجد التعليمات، وقبل ان يشرع المنفذ في تنفيذ أول تعليمة من الكتلة الرئيسية، يقوم بإنشاء المتغيرات المحلية التي صرح بها في الكتلة الرئيسية، و فيما يخصنا، تحتوى الكتلة الرئيسية للإجراء **اساسي** على التصريح بالمتغيرات التالية:

- **"الخيار"** و **"ك"** ونوعهما **طبيعي**،
- **"س"** و **"سك"** و نوعهما **حقيقي**،

نلاحظ ان التصريح بكل هذه المتغيرات هو تصريح بدون قيمة اولية، وهكذا، قبل تنفيذ التعليمة الأولى من الإجراء اساسي تكون الذاكرة على حال الشكل 3، ونلاحظ هنا ان جل المتغيرات المحلية للإجراء **اساسي** تحتوى على قيم مجهولة.

<table>
<tr><th colspan="4">منطقة المتغيرات العامة</th></tr>
<tr><td>عدد_سعر_الجملة</td><td>200</td><td>عدد_سعر_المصنع</td><td>12000</td></tr>
<tr><td>خصم_جملة</td><td>0.15</td><td>خصم_المصنع</td><td>0.25</td></tr>
<tr><th colspan="4">منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية
(اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)</th></tr>
<tr><td colspan="2">الخيار</td><td colspan="2">؟؟؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">ك</td><td colspan="2">؟؟؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">س</td><td colspan="2">؟؟؟</td></tr>
<tr><td colspan="2">سك</td><td colspan="2">؟؟؟</td></tr>
<tr><th colspan="4">المجال الخاص بالإجراء اساسي</th></tr>
</table>

الشكل 3 : حالة الذاكرة بعد انشاء المتغيرات المحلية للإجراء اساسي من النص 1 السطر 21 و23

التعليمة الأولى التي تنفذ من الإجراء اساسي هي التعليمة 23، اي:

اكتب "هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم"

فهذه التعليمة لا تتناول اي من المتغيرات العامة او الخاصة، فتكتف بإرسال البيان على الشاشة كما يظهر في الشكل 4.



الشكل 4 : نتيجة تنفيذ اول تعليمة من الإجراء اساسي من Error! Reference source not found. السطر 23

تنفذ بعد ذلك التعليمة "**اقرأ الخيار**" (السطر 24)، وهذه التعليمة تتعامل مع المتغيرة المحلية "**الخيار**"، فترصد ما يُكتب من قيمة طبيعية بواسطة لوحة الحروف، ثم تضع القيمة التي التقطت من لوحة الحروف في المتغيرة "**الخيار**".

ولنفرض ان القيمة التي ادخلها المستعمل هي 6 (الشكل 5)، ففي هذه الحالة تصبح الذاكرة على الصفة التي تظهر في الشكل 6، وبعد انجاز تعليمة السطر 24، يصبح محتوى المتغيرة "**الخيار**" معلوما، وباق المتغيرات المحلية تبق على حالها مجهولة المحتوى.



الشكل 5 : حالة الشاشة بعد ادخال المستعمل القيمة 6

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

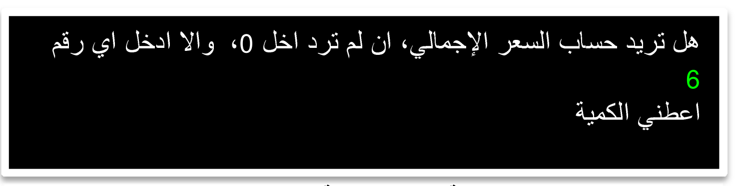
منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية
(اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	6
ك	؟؟؟
س	؟؟؟
سك	؟؟؟

المجال الخاص بالإجراء اساسي

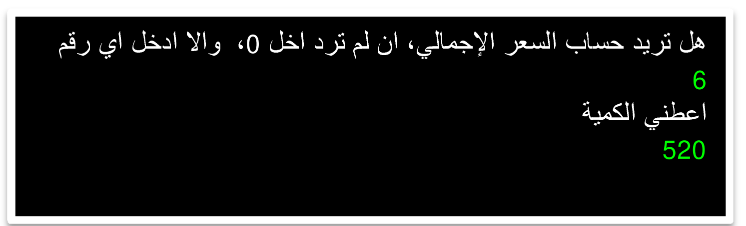
الشكل 6 : حالة الذاكرة بعد ادخال المستعمل القيمة 6، تعليمة السطر 24 من النص 1

بعد انتهاء التعليمة "**اقرأ الخيار**" (السطر 24) تنفذ التعليمة الشرطية المنطقية "**اذكان (الخيار==0)**" (السطر 25) ، وتنفيذ هذه التعليمة يعني اولا تقييم العبارة "**الخيار == 0**"، اي هل القيمة التي تحتويها المتغيرة "**الخيار**" تساوي القيمة **0**، وبما ان محتوى المتغيرة الخيار هو 6 فان نتيجة تقييم العبارة "**الخيار==0**" هي القيمة المنطقية "**خطأ**"، و بناءا على هذه النتيجة، يتحول التنفيذ اما الى الكتلة المرتبطة بالقيمة **خطأ** ان وجدت(اي الكتلة التي تبدأ بالتعليمة "**والا**")، واما خارج التعليمة "**اذكان**"، ولغياب الكتلة "**والا**"، فان التنفيذ ينتقل الى التعليمة: **اكتب** "**اعطني الكمية**" (السطر 29)، وتنفيذ تعليمة السطر 29 لن يحدث اي جديد في الذاكرة، فهذه التعليمة تكتف بإخراج البيان "**اعطني الكمية**" على الشاشة (الشكل 7)،



الشكل 7 : الشاشة بعد تنفيذ تعليمة السطر 29 من النص 1

ثم ينتقل التنفيذ الى التعليمة **"اقرأ ك"** (السطر 30) وهذه الأخيرة تتعامل مع المتغيرة **"ك"**، فتضع فيها ما يدخله المستعمل كرد على البيان **"اعطني الكمية"**، ولنفرض ان المستعمل ادخل القيمة 520 (الشكل 8)، فعند انتهاء التعليمة **"اقرأ ك"** من التنفيذ تصبح القيمة الموجودة في المتغيرة **"ك"** هي 520 كما يظهر في الشكل 9.



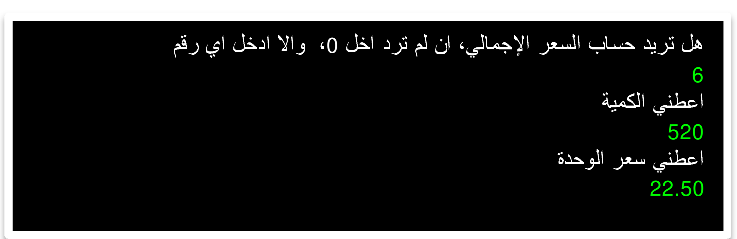
الشكل 8 : حالة الشاشة بعد اكتمال تنفيذ تعليمة السطر 30 من Error! Reference source not found.

منطقة المتغيرات العامة			
عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)	
الخيار	6
ك	520
س	؟؟؟
سك	؟؟؟
المجال الخاص بالإجراء اساسي	

الشكل 9 : حالة الذاكرة بعد ادخال المستعمل القيمة 520 ، تعليمة السطر 30 من النص 1

بعد الانتهاء من تنفيذ التعليمة **"اقرأ ك"**، ينتقل التنفيذ الى التعليمة: **اكتب " اعطني سعر الوحدة"** (السطر 31)، ثم التعليمة: **"اقرأ س"** (السطر 32). التعليمة الأولى تكتفي بوضع الكتابة **"اعطني سعر الوحدة"** على الشاشة (الشكل 10)، اما الثانية فتنتظر ما يكتبه المستعمل بواسطة لوحة الأحرف فتلتقط القيمة التي يكتبها المستعمل وتضعها في المتغيرة **"س"**، وتصبح بذلك الذاكرة على الحالة الظاهرة في الشكل 11 اذا فترضنا ان القيمة التي كتبها المستعمل هي 22.50 (الشكل 10).



الشكل 10 : حالة الشاشة بعد اكتمال تنفيذ تعليمة السطر 32 من النص 1

منطقة المتغيرات العامة			
عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25
منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)			
الخيار	6		
ك	520		
س	22.50		
سك	؟؟؟		
المجال الخاص بالإجراء اساسي			

الشكل 11 : حالة الذاكرة بعد ادخال المستعمل القيمة 520 ، تعليمة السطر 30 من النص 1

التعليمة التي تلي هي: "**سك** = **سعر(ك، س)**" (السطر 35)، وهذه التعليمة عبارةٌ طلب من خلالها تنفيذ الوظيفة "**سعر**"، والنتيجة التي تنتجها الوظيفة "**سعر**" تحفظ في المتغيرة "**سك**".

العبارة "**سك** = **سعر(ك، س)**" تحتوي على عمليتين:

- عملية الشحن= وتقوم بنقل القيمة الموجودة في يسارها، الى الوعاء الذي ذكر في يمينها.
- العملية "**سعر(ك، س)**" التي تقوم بتنفيذ الوظيفة "**سعر**".

عند تقييم مثل هذه العبارة، اي عبارة تحتوي على اكثر من عملية واحدة، يقوم المنفذ بتحديد الأولويات، فمن بين العمليات المستعملة في العبارة ينتخب المنفذ العملية ذات الأولوية العالية فينجزها اولا ثم ينتقل الى ما تبقى من عمليات فيعاود نفس السلوك، اي انتخاب وتنفيذ العملية ذات الأولوية العالية، وفيما يخص العبارة: "**سك** = **سعر(ك، س)**" تكون الأولوية، كما سنراه فيما بعد، للعملية "**سعر(ك، س)**"، اي طلب تنفيذ الوظيفة "**سعر**"، وبعد الانتهاء من تنفيذها، واذا كانت **ق** هي القيمة التي ترجعها الوظيفة **سعر** عبر منفذ خروجها، فان الكتابة "**سك** = **سعر(ك، س)**" تعادل الكتابة "**سك** = **ق**"، وبشكل عام، اذا سمينا "**منفذ_رجوع_سع**" المتغيرة المرتبطة بمنفذ خروج الوظيفة **سعر**، فان الكتابة "**سك**=**سعر(ك، س)**" و "**سك**=**منفذ_رجوع_سعر**" متساويتان، ولكون واضع الخوارزم لا يعرف مسبقا الاسم الحقيقي للمتغيرة المرتبطة بمنفذ خروج الوظيفة، فانه يلجا الى الكتابة "**سك** = **سعر(ك، س)**".

انطلاق الوظيفة سعر

تنفيذ الوظيفة **سعر** يبدأ اولا بإنشاء المجال الخاص بالوظيفة، ونسمي هذه المرحلة من حياة اي وظيفة او اجراء بمرحلة **تجهيز المجال الخاص**، وتنجز تباعا في هذه المرحلة ما يلي:

- انشاء المتغيرات المحلية الممثلة للمنافذ ان وجدت، اي المتغيرتان "**كم**" و "**س_وحدة**"،
- شحن المتغيرات الممثلة للمداخل "**كم**" و "**س_وحدة**" بقيم اولية تأخذ من المداخل، اي تلك القيم التي وضعت في المداخل من قبل طالب التنفيذ، وفي حالتنا فإن الإجراء "**اساسي**" هو طالب تنفيذ الوظيفة "**سعْر**"، وهو الذي وضع في مداخل الوظيفة "**سعر**" القيم الموجودة في

متغيراته" **ك**" و "**س**" ، اي 520 و 22.50، فعند انطلاق الوظيفة سعر تأخذ هذه القيم وتوضع في المتغيرات المحلية "**كم**" و "**س_وحدة**"، كما يبين ذلك في الشكل 12.

- انشاء المتغيرات المحلية التي صُرح بها في الكتلة الرئيسية، اي المتغيرتين "**السعر_القاعدي**"، و "**السعر_الحقيقي**"، ونلاحظ ان المتغيرتين صرح بهما دون قيمة اولية، فمحتواهما يكون اذا مجهولا (الشكل 13).

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	6		
ك	520	كم	520
س	22.50	س_وحدة	22.50
سك	؟؟؟		
المجال الخاص بالإجراء اساسي		**المجال الخاص بالإجراء سعر**	

الشكل 12 : حالة الذاكرة بعد بدأ تنفيذ الإجراء سعر من النص 1

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	6		
ك	520	كم	520
س	22.50	س_وحدة	22.50
سك	؟؟؟	السعر_القاعدي	؟؟؟
		السعر_الحقيقي	؟؟؟
المجال الخاص بالإجراء اساسي		**المجال الخاص بالإجراء سعر**	

الشكل 13 : حالة الذاكرة بعد بدأ تنفيذ الإجراء سعر من النص 1

بعد انشاء المجال الخاص بالوظيفة "**سعر**" وما يحتويه من متغيرات محلية، يُشرع في تنفيذ اول تعليمة من الوظيفة "**سعر**"، وهي التعليمة: "**السعر_القاعدي = كم*س_وحدة**" (السطر 6)، والكتابة "**السعر_القاعدي= كم*س_وحدة**" عبارة تحتوي على عمليتين: عملية الشحن (=) وعملية الضرب (*)، وعملية الضرب اولى بالإنجاز من عملية الشحن، ففي سياق تقييم العبارة "**السعر_القاعدي= كم*س_وحدة**"، تقُيم اولا العملية **كم*س_وحدة**، فتنتج القيمة 11700.00 (22.50*520)، وهكذا يصبح الشكل الجديد للعبارة "**السعر_القاعدي=كم*س_وحدة**" هو "**السعر_القاعدي**= 11700.00"، وينتج عن تقييم هذه الأخيرة وضع القيمة 11700.00 في المتغيرة "**السعر_القاعدي**" كما يظهر في الشكل 14.

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	6		
ك	520	كم	520
س	22.50	س_وحدة	22.50
سك	؟؟؟	السعر_القاعدي	11700.00
		السعر_الحقيقي	؟؟؟
المجال الخاص بالإجراء اساسي		**المجال الخاص بالإجراء سعر**	

الشكل 14 : حالة الذاكرة بعد تنفيذ تعليمة السطر 6 من الإجراء سعر من النص 1

التعليمة التالية التي ينتقل التنفيذ اليها هي: **اذكان (كم < عدد_سعر_الجملة)**(السطر 7)، و هي تعليمة شرطية المنطقية، فتقيم اولا العبارة المنطقية "**كم < عدد_سعر_الجملة**"، اي هل قيمة المتغيرة المحلية "**كم**" اصغر من قيمة المتغيرة العامة "**عدد_سعر_الجملة**"، وحسب ما تحتويه الذاكرة فان النتيجة هي "**خطأ**"، فمحتوى المتغيرة "**كم**"، اي 520، اكبر من محتوى المتغيرة العامة **عدد_سعر_الجملة**، اي 200، وهنا لن تنفذ التعليمات الموجودة في "**الكتلة صحيح**" ، بل تنفذ **الكتلة** "**خطأ**" ان وجدت، وان لم توجد، كما هو الحال بالنسبة للتعليمة "**اذكان (كم < عدد_سعر_الجملة)**"، ينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي الكتلة **صحيح**، اي التعليمة الشرطية المنطقية "**اذكان (كم < عدد_سعر_المصنع)**" (السطر 11).

كما هو الحال بالنسبة للتعليمة السابقة، تقيم العبارة المنطقية "**(كم < عدد_سعر_المصنع)**"، اي هل 520،وهو محتوى الممتغيرة المحلية "**كم**"، **اصغر من** 12000 وهو محتوى المتغيرة العامة "**عدد_سعر_المصنع**"، والجواب هنا يكون **نعم**، مما يعني ان نتيجة التقييم هي القيمة المنطقية **صحيح**، وبالتالي تكون التعليمة التالية هي اول تعليمة في الكتلة **صحيح**، اي التعليمة:

"**السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_جملة)**" (السطر 12).

تعليمة السطر 12 عبارة تحتوي على ثلاث عمليات : العملية =، والعملية * والعملية -، العملية * لها الأولوية العليا بالنسبة للعمليتين = و -، لكن وجود القوسين يجعل كل ما بداخله من عمليات اولى من كل العمليات خارج القوسين، وبهذا تصبح العملية – داخل القوسين اولى من غيرها، فتنفذ هي أولا، اي انجاز العملية **1 - خصم_جملة**، وتنتج هذه العملية القيمة 0.85 لكون محتوى المتغيرة العامة **خصم_جملة** هو 0.15، وهكذا يصبح الشكل الجديد للعبارة "**السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_جملة)**" هو "**السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*0.85**"، و في هذا الشكل الجديد تنفذ عملية الضرب *، ثم عملية الشحن =، وفي ختام تنفيذ هذه التعليمة توضع القيمة 11700*0.85، اي 9945.00، في المتغيرة **السعر_الحقيقي** كما يظهر في الشكل 15.

منطقة المتغيرات العامة			
عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)			
الخيار	6		
ك	520	كم	520
س	22.50	س_وحدة	22.50
سك	؟؟؟	السعر_القاعدي	11700.00
		السعر_الحقيقي	9945.00
المجال الخاص بالإجراء اساسي		المجال الخاص بالإجراء سعر	

الشكل 15 : حالة الذاكرة بعد تنفيذ تعليمة السطر 12 من الإجراء سعر من النص 1

نهاية الوظيفة "سعر"

التعليمة التالية هي: "**ارجع السعر_الحقيقي**" (السطر 13)، وهذه التعليمة تنه فورا تنفيذ الوظيفة "**سعر**" وتوفر لطالب التنفيذ القيمة التي ذكرت لها عبر منفذ الرجوع، اي القيمة 9945.00 التي هي محتوى المتغيرة المحلية "**السعر_الحقيقي**"، وبالتحديد توضع القيمة المتحصل عليها عبر منفذ الخروج في العبارة التي من خلالها طُلب تنفيذ الوظيفة، ففي هذه العبارة يُعَوض طلب التنفيذ بالقيمة التي تحصلت عليها العبارة عبر منفذ الخروج.

وبانتهاء الوظيفة "**سعر**" يمحى المجال الخاص بها، فتصبح الوظيفة "**سعر**" غير حيوية، ومجالها غير موجود في الذاكرة، وتصبح الذاكرة على الحالة الظاهرة في الشكل 16، فكل المتغيرات المحلية التي انشأت عندما بدأت الوظيفة "**سعر**" في التنفيذ قد محيت من الذاكرة ولم يصبح لها اي وجود فيها.

منطقة المتغيرات العامة			
عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)	
الخيار	6
ك	520
س	22.50
سك	9945.00
المجال الخاص بالإجراء اساسي	

الشكل 16 : حالة الذاكرة بعد انتهاء تنفيذ الوظيفة سعر من النص 1

الرجوع الى الإجراء اساسي

عندما ينته تنفيذ وظيفة ما يرجع المنفذ الى الوظيفة او الإجراء الذي صدر منه طلب التنفيذ، وهنا نكون في العموم امام احدى الحالتين:

- كتبت عملية طلب تنفيذ الوظيفة وحيدة، فالتعليمة لا تحتوى الا على عملية طلب التنفيذ، مثلا: "**سعر(ك، س)**"، ففي مثل هذه الحالة، عندما ينته تنفيذ الوظيفة المطلوبة يتحول

المنفذ الى التعليمة التي تلي تعليمة طلب التنفيذ، وتضيع هكذا القيمة التي ارجعتها الوظيفة، ونجد مثل هذا السلوك في كتابة طلب تنفيذ وظيفة ما، عندما يرى واضع الخوارزم ان القيمة التي ترجعها الوظيفة غير مهمة للخوارزم و يمكن تجاهلها.

- التعليمة التي فيها طلب التنفيذ الوظيفة توفر الوعاء الذي يلتقط فيه رد الوظيفة، فيظهر طلب التنفيذ من بين عمليات اخرى في عبارة ما، وهذا هو الحال فيما يخصنا، فاذا رجعنا الى مصدر عملية طلب التنفيذ على مستوى الإجراء اساسي(السطر 35)، نجد التعليمة : "**سك = سعر(ك، س)**"، فبمجرد انتهاء الوظيفة من التنفيذ تصبح العبارة على الشكل "**سك = القيمة_التي_ارجعتها_الوظيفة_سعر**"، اي تعوض الوظيفة بقيمتها، فيصبح الشكل الجديد للعبارة هو: **سك = 9945.00**، وعند اكتمال تقييم العبارة، اي اكتمال تنفيذ التعليمة، توضع القيمة 9945.00 في المتغيرة المحلية **سك** ولا تضيع وتصبح بذلك الذاكرة على حالة الشكل 16.

التعليمة التالية، هي تعليمة السطر 36، اي التعليمة : **اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك؛** التي تظهر نتيجة تنفذها **في** الشاشة كما يبين ذلك الشكل 17.

```
هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
6
اعطني الكمية
520
اعطني سعر الوحدة
22.50
السعر الإجمالي هو : 9945.00
```

الشكل 17 : حالة الشاشة بعد اكتمال تنفيذ تعليمة السطر 36 من النص 1

اعادة تنفيذ التعليمات السابقة للمرة الثانية:

مباشرة بعد انتهاء تنفيذ تعليمة السطر 36، تنفذ على التوالي تعليمات السطر 37 و 38، وتحدث هاتين التعليمتين في الشاشة وفي الذاكرة ما يظهر في الشكل 18 والشكل 19، ونلاحظ تغييرا في محتوى المتغيرة **الخيار**، نتيجة لتنفذ التعليمة 38 اي التعليمة: **"اقرأ الخيار".**

```
هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
6
اعطني الكمية
520
اعطني سعر الوحدة
22.50
السعر الإجمالي هو : 9945.00
هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
23
```

الشكل 18 : حالة الشاشة بعد اكتمال تنفيذ التعليمات 37 و 38 من النص 1

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	23
ك	520
س	22.50
سك	9945.00

المجال الخاص بالإجراء اساسي

الشكل 19 : حالة الذاكرة بعد انتهاء تنفيذ التعليمات 37 و 38 من النص 1

ثم ينتقل التنفيذ الى التعليمة 39 وهي التعليمة الشرطية: "**اذكان (الخيار) == 0 ؟**"، وينتج تقييم العبارة المنطقية القيمة "**خطأ**"، لكون محتوى المتغيرة "**خيار**" مختلف عن الصفر، وبناءا على هذه النتيجة يتحول المنفذ الى ما بعد كتلة "**اذكان**"، فتنفذ على التوالي التعليمات 43: **(اكتب " اعطني الكمية")**، 44: **(اقرأ ك)**، 45: **(اكتب " اعطني سعر الوحدة")**، و46: **(اقرأ س)**؛ وتحدث هذه التعليمات في الشاشة وفي الذاكرة ما يظهر في الشكل 20 و الشكل 21

```
هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
6
اعطني الكمية
520
اعطني سعر الوحدة
22.50
السعر الإجمالي هو : 9945.00
هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
23
اعطني الكمية
15000
اعطني سعر الوحدة
10.50
```

الشكل 20 : حالة الشاشة بعد تنفيذ التعليمات من 43 الى 46 من النص 1

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	23
ك	15000
س	10.50
سك	9945.00

المجال الخاص بالإجراء اساسي

الشكل 21 : حالة الذاكرة بعد تنفيذ التعليمات 43 الى 46 من النص 1

تنفيذ الوظيفة "سعر" للمرة الثانية

ثم يشرع في تنفيذ التعليمة 47، اي التعليمة: **سك = سعر(ك، س)**؛ وكما سبق ان شرحناه، فالتعليمة 47 عبارة مكونة من عمليتين، عملية الشحن = والعملية **سعر(ك، س)** ، ويبدأ المنفذ في انجاز العملية "**سعر(ك، س)**" التي تطلب تنفيذ الوظيفة "**سعر**" للمرة الثانية.

و كنتيجة لطلب التنفيذٍ نشأ من جديد مجال خاص بهذا التنفيذ الثاني للوظيفة "**سعر**"، ثم تنشأ المتغيرات الممثلة للمداخل وتوضع فيها القيم التي حددت في طلب التنفيذ، اي القيم الموجودة في المتغيرتين "**س**" و "**ك**" التابعتين لطالب التنفيذ، اي الإجراء "**اساسي**"، وهذه القيم هي في هذه المرة 10.50 و15000، و بعد هذا تنشأ المتغيرات التي صرح بها في الكتلة الأساسية للوظيفة "**سعر**"، و قبل البدء في تنفيذ اول تعليمة من الوظيفة " **سعر**" تكون الذاكرة على الحالة الظاهرة في الشكل 22.

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

المجال الخاص بالإجراء اساسي		المجال الخاص بالإجراء سعر	
الخيار	23		
ك	15000	كم	15000
س	10.50	س_وحدة	10.50
سك	؟؟؟	السعر_القاعدي	؟؟؟
		السعر_الحقيقي	؟؟؟

الشكل 22 : حالة الذاكرة بعد بدأ تنفيذ الإجراء سعر للمرة الثانية من النص 1

بعد الانتهاء من تجهيز المجال الخاص بالوظيفة "**سعر**" (الشكل 22)، يبدأ تنفيذ اول تعليمة وهي تعليمة السطر 6: "**السعر_القاعدي= كم * س_وحدة؛**" وينتج عنها تغيير في الذاكرة، فيصبح محتوى المتغيرة "**السعر_القاعدي**" هو 15000 *10.50 اي 157500.00 كما يبين ذلك الشكل 23.

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

المجال الخاص بالإجراء اساسي		المجال الخاص بالإجراء سعر	
الخيار	23		
ك	15000	كم	15000
س	10.50	س_وحدة	10.50
سك	؟؟؟	السعر_القاعدي	157500.00
		السعر_الحقيقي	؟؟؟

الشكل 23 : حالة الذاكرة بعد تنفيذ التعليمة 6 من الإجراء سعر في النص 1

بعد هذه التعليمة تقيم اولا العبارة المنطقية في التعليمة 7: **اذكان (كم > عدد_سعر_الجملة)؛** وتكون النتيجة "**خطأ**" لكون 15000 اكبر من محتوى "**عدد_سعر_الجملة**"، اي 200، فينتقل التنفيذ خارج كتل التعليمة الشرطية، فتنفذ التعليمة 11: **اذكان (كم > عدد_سعر_المصنع)؛** فتقُيم العبارة المنطقية، وهنا كذلك تكون النتيجة **خطأ** لكون 15000 اكبر من "**عدد_سعر_المصنع**"، اي 12000، فينتقل التنفيذ خارج كتل التعليمة **11**، ليتحول الى التعليمة **16: السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_مصنع)؛.**

تقيم عبارة التعليمة 16،لتصبح في مرحلة اولى من تقييمها على الصيغة: **السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*0.75** ؛ وفي مرحلة ثانية الى **السعر_الحقيقي = 118125.00**، وبمجرد انتهاء تقييم العبارة يحدث جديد في الذاكرة كما يظهر في الشكل 24.

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية (اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

المجال الخاص بالإجراء اساسي		المجال الخاص بالإجراء سعر	
الخيار	23		
ك	15000	كم	15000
س	10.50	س_وحدة	10.50
سك	؟؟؟	السعر_القاعدي	157500.00
		السعر_الحقيقي	118125.00

الشكل 24 : حالة الذاكرة بعد بدأ تنفيذ التعليمة 16 من الإجراء سعر في النص 1

الرجوع ثانية الى الإجراء اساسي

بعد حساب قيمة المتغيرة **السعر_الحقيقي**، ينتقل التنفيذ الى التعليمة **ارجع السعر_الحقيقي** (السطر 17) التي تقوم بما يلي:

- تلتقط القيمة الموجودة في المتغيرة **السعر_الحقيقي** ، اي القيمة 118125.00، و تضعها في مخرج الرجوع.
- تنه فورا الوظيفة **سعر** فتمحو من الذاكرة المجال الخاص بالوظيفة **سعر** وكل ما تحتويه، فتصبح الوظيفة **سعر** غير حيوية.

كما اشرنا اليه من قبل، فمخرج الرجوع في حقيقته متغيرة لا يعلم اسمها الا منفذ الخوارزم، ويوفرها الخوارزم الطالب للخوارزم المطلوب، فكلا الخوارزميين يعرفا هذه المتغيرة، ولا يعرفها كاتب الخوارزم لعدم اي جدوى من معرفتها.

في اطار تقييم عبارة ما ورد فيها طلب تنفيذ وظيفة، كالعبارة **سك=سعر(ك،س)** التي وردت في الإجراء **اساسي**، تحل المتغيرة الممثلة لمنفذ الرجوع محل طلب تنفيذ الوظيفة، فمثلا اذا كان اسم المتغيرة الممثل لمخرج الرجوع هو "**منرج**" (هذا الإسم خاص بمنفذ الخوارزم لا يعرفة كاتب الخوارزم)، وكانت "**سك=سعر(ك،س)**" هي العبارة التي ورد فيها طلب التنفيذ، فان هذه العبار تصبح "**سك= منرج**" بعد انتهاء تنفيذ الوظيفة "**سعر(ك،س)**"، وفي حالنا، بما ان القيمة التي وضعت في منفذ الخروج، اي المتغيرة "**منرج**"، هي 118125.00، فان العبارة "**سك=سعر(ك،س)**" تصبح: "**سك = 118125.00**".

وهكذا بانتهاء تنفيذ الوظيفة "**سعر**" وانتهاء تقييم العبارة "**سك = سعر(ك، س)**"، تصبح الذاكرة على الشكل 25، ثم تنفذ تباعا التعليمات 48: **اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك؛** و49: **اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛**، فتحدث هاتين التعليمتين ما يظهر في السطرين الاخيرين من الشاشة (الشكل 26).

منطقة المتغيرات العامة

عدد_سعر_الجملة	200	عدد_سعر_المصنع	12000
خصم_جملة	0.15	خصم_المصنع	0.25

منطقة المتغيرات المحلية الخاصة بالعناصر الحيوية
(اي الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ)

الخيار	23
ك	15000
10.50	22.50
سك	118125.00

المجال الخاص بالإجراء اساسي

الشكل 25 : حالة الذاكرة بعد انتهاء تنفيذ الوظيفة سعر للمرة الثانية

هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
6
اعطني الكمية
520
اعطني سعر الوحدة
22.50
السعر الإجمالي هو : 9945.00
هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم
23
اعطني الكمية
15000
اعطني سعر الوحدة
10.50
السعر الإجمالي هو : 118125.00
شكرا للاهتمام، مع الف سلامة

الشكل 26 : حالة الشاشة بعد تنفيذ التعليمات 48 و 49 من النص 1

```
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
اذكان (الخيار == 0 ) }
    اكتب "شكرا للإهتمام، مع الف سلامة"؛
    ارجع؛ /* ينته الخوارزم في هذه الحالة */
{
اكتب " اعطني الكمية" ؛
اقرأ ك ؛
اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
اقرأ س ؛
سك = سعر(ك، س) ؛
اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
```

النص 2 : التعليمات التي يجب إضافتها للإجراء اساسي كلما اردناه ان يحسب سعرا اضافيا

```
اجراء اساسي () }
طبيعي الخيار، ك؛
حقيقي س، سك؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
اذكان (الخيار == 0 ) }
    اكتب "شكرا للإهتمام، مع الف سلامة"؛
    ارجع؛ /* ينته الخوارزم في هذه الحالة */
{
اكتب " اعطني الكمية" ؛
اقرأ ك ؛
اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
اقرأ س ؛
/* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع  ك و س في مداخل سعر */
/* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                             */
سك = سعر(ك، س) ؛
اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
اذكان (الخيار == 0 ) }
    اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
    ارجع؛ /* ينته الخوارزم في هذه الحالة */
{
اكتب " اعطني الكمية" ؛
اقرأ ك ؛
اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
اقرأ س ؛
سك = سعر(ك، س) ؛
اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
اذكان (الخيار == 0 ) }
    اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
    ارجع؛ /* ينته الخوارزم في هذه الحالة */
{
اكتب " اعطني الكمية" ؛
اقرأ ك ؛
اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
اقرأ س ؛
سك = سعر(ك، س) ؛
اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛

اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
{
```

اذا كان الخوارزم يحسب عدد **م** من الاسعار الإجمالية، يجب ان يظهر هذا النص **عدد م من المرات** في نص الإجراء **اساسي**

النص 3: وجب اضافة النص 2 الى اساسي لزيادة عدد الاسعار الجمالية التي يحسبها الخوارزم

كتابة مختصرة للإجراء اساسي

الإجراء **اساسي** على حالته هذه يـُمكن من معرفة سعرين اجماليين فقط، فإذا اردنا ان نجعل منه خوارزما يـُمكن من معرفة ثلاثة اسعار، علينا ان نضيف قبل التعليمة الأخيرة (السطر 49) ، تعليمات النص 2 لننتج الشكل الجديد للإجراء اساسي كما يظهر في النص 3.

اذا اردنا ان يكون النص 3 قادرا على معرفة اربع اسعار، زدنا النص 2 في آخر النص 3 قبل تعليمة النهاية، وهذا امر مقلق، اذ يصبح الحجم اكبر كلما اردنا منه ان يحسب عدد اكبر، فمثلا لو اردناه ان يحسب 20 سعرا اجماليا يكون حجمه حوالي 225 سطر.

لتفادي كتابة خوارزم كبير واعادة كتابة نفس التعليمات مرات عديدة، نستعمل تعليمات التكرار، فنكتب مرة واحدة سلسلة التعليمات التي تمُكن من التقاط المعطيات و حسابة السعر الإجمالي و نضعها داخل جسد تعليمة التكرار التي يكون شرط التحكم فيها القيمة التي تدخل استجابة للطلب:

"هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0، والا ادخل اي رقم"

وبهذا يصبح نص الإجراء **اساسي** كما يظهر في النص 5، فالتعليمات الأولى يتم بموجبها التقاط **الخيار**، ثم قـُيِّم العبارة المنطقية: "**الخيار != 0**'، ومعنى العبارة هذه: هل القيمة الموجودة في المتغيرة "**الخيار**" لا تساوي الصفر، فلو كانت القيمة مختلفة عن الصفر، تكون العبارة **صحيحة**، وهنا يدخل التنفيذ جسد تعليمة التكرار ولن يخرج حتى تصبح خطأ قيمة العبارة "**الخيار != 0**'، و ينته جسد تعليمة التكرار بطلب تجديد محتوى المتغيرة "**الخيار**" التي تستعملها العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، وهذا من خلال التعليمة "**اقرأ الخيار**"، فتلتقط القيمة التي يدخلها المستعمل وتوضع في المتغيرة "**الخيار**"، ثم يرجع التنفيذ الى رأس تعليمة التكرار ويعاود تقييم العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، اي: "**الخيار != 0**'.

```
اجراء اساسي () }
   طبيعي الخيار، ك؛
   حقيقي س، سك؛
   اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم" ؛
   اقرأ الخيار ؛
   ما دام (الخيار != 0 ) /* الرمز != معناه لايسوي */
   }
      اكتب " اعطني الكمية" ؛
      اقرأ ك ؛
      اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
      اقرأ س ؛
      /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع ك و س في مداخل سعر */
      /* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                 */
      سك = سعر(ك، س) ؛
      اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
      اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا فادخل اي رقم" ؛
      اقرأ الخيار ؛
   {
   اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
{
```

النص 5 : نص الإجراء اساسي بعد استعمال تعليمة التكرار

الفصل الثاني عشر

العبارات و كيفية تقييمها

الفصل الثاني عشر : العبارات و كيفية تقييمها

1 - التعريف

تُعتبر العبارات من اكثر التعليمات استعمالا، ونسمي تنفيذ التعليمة الممثلة بعبارة ما، **تقييم العبارة**.

تتكون العبارة من قيمة او أكثر، واذا كانت القيم اكثر من واحدة، تربط بالرموز التي تعبر عن مختلف العمليات الأساسية، و تتمثل قيم العبارات في العناصر التالية:

- القيم الثابتة
- قيم المتغيرات الثابتة
- قيم المتغيرات
- قيم طلب تنفيذ الوظائف

وتمثل رموز الجداول (جدول 1، جدول 2، جدول 3، جدول 4) العمليات الأساسية المستعملة في كتابة العبارات.

تنبيه هام: لا يمكن استعمال **الاجراءات** كعنصر من عناصر كتابة العبارات، فطلب تنفيذ اجراء ما ليس بعبارة، ولا يمكن ربط اجراء بعملية ما، فكل العمليات لا تقبل الإجراء كمعامل. اما طلب تنفيذ وظيفة فينظر اليه على انه متغيرة توضع فيها القيمة التي ترجعها الوظيفة عبر منفذ الرجوع.

شحن المتغيرات (وضع قيمة ما في متغيرة ما)			
الرمز	**اسم العملية**	**عدد المعاملين**	**شرح و امثلة**
=	تعيين، وضع، حمل، شحن	2	عملية شحن متغيرة بقيمة ما. الكتابة **ألف = 5**؛ معناها: ضع في المتغيرة المسماة أ القيمة الثابتة 5. والكتابة **باء = الف**؛ معناها اشحن المتغيرة **باء** بالقيمة المتواجدة في المتغيرة **الف**. في الجانب الأيمن من عملية الشحن نجد دائما متغيرة. لا يمكن وضع قيمة ثابتة او متغيرة ثابتة في الجانب الأيمن لعملية الشحن. عملية الشحن = تحدث تغييرا فقط في المتغيرة الموجودة في جانبها الأيمن.

جدول 1 : عملية شحن متغيرة ذكرت في الجانب الأيمن بقيمة ما ذكرت في الجانب الأيسر

عملية المقارنة بين قيمتين: محتوى متغيرتين او محتوى متغيرة وقيمة ثابتة. نتيجة عمليات المقارنة هي احدى القيمتين المنطقيتين: **صحيح** او **خطأ**			
الرمز	**اسم العملية**	**عدد المعاملين**	**شرح و امثلة**
==	مساواة	2	الكتابة **الف == 10**؛ معناها هل ما في المتغيرة **الف** يساوي القيمة الثابتة **10**. الكتابة **الف == باء**؛ معناها هل محتوى المتغيرة الف يساوي محتوى المتغيرة **باء**.
!=	الإختلاف	2	الكتابة **الف != 10**؛ معناها هل ما في المتغيرة **الف** يختلف عن القيمة الثابتة **10**، الكتابة **الف != ب**؛ معناها هل محتوى المتغيرة **الف** يختلف عن محتوى المتغيرة **باء**.

<	اصغر	2	الكتابة الف < 10؛ معناها هل ما في المتغيرة الف اصغر من القيمة الثابتة 10، الكتابة الف < ب ؛ معناها هل محتوى المتغيرة الف اصغر من محتوى المتغيرة باء،
<=	اصغر او يساوي	2	الكتابة الف <= 10، معناها هل ما في المتغيرة الف اصغر اويساوي القيمة الثابتة 10، الكتابة الف <= ب معناها هل محتوى المتغيرة الف اصغر اويساوي محتوى المتغيرة باء،
>	اكبر	2	الكتابة الف > 10، معناها هل ما في المتغيرة الف اكبر من القيمة الثابتة 10، الكتابة الف > ب معناها هل محتوى المتغيرة الف اكبر من محتوى المتغيرة باء
>=	اكبر او يساوي	2	الكتابة الف >= 10، معناها هل ما في المتغيرة الف اكبراويساوي القيمة الثابتة 10، الكتابة الف >= ب معناها هل محتوى المتغيرة الف اكبر اويساوي محتوى المتغيرة باء

جدول 2 : عمليات مقارنة بين قيمة ذكرت في الجانب الأيمن وقيمة ذكرت في الجانب الأيسر

العمليات الحسابية الأساسية			
الرمز	**اسم العملية**	**عدد المعاملين**	**شرح و امثلة**
+	الجمع	2	لهذا الرمز دور خاص تحدده المتغيرات والقيم الثابتة التي تكتب معه، ولا تحدث العمليات المرتبطة بهذا الرمز أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها.
			الرمز + هو لعملية جمع عددين: **اذا كانت المتغيرات والقيم الثابتة تمثل أعدادا** (طبيعية، حقيقية الخ) **فالرمز يمثل عملية الجمع**، وعملية الجمع لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها، وتنتج قيمة يجب شحنها في متغيرة ما اذا ارنا الإستفادة من النتيجة، فإذا كانت المتغيرة **ق** مشحونة بالقيمة 7 فالكتابة ق + 8 تنتج القيمة 15، وللحفاظ على هذه النتيجة للاستعمال فيما بعد، نكتب مثلا : ع = ق + 8، وبهذه الكتابة قمنا بشحن المتغيرة ع بنتيجة العملية ق + 8 ، أي 15.
			الرمز + هو لعملية الصاق سلاسل الحروف: **اذا كان احد المعاملين او كليهما متغيرة او قيمة ثابتة من نوع سلسلة_حروف**، يصبح الرمز ممثلا لعملية الصاق سلاسل الحروف، فمثلا عملية "السلام" + " عليكم" تنتج القيمة "السلام عليكم" والعملية "عدد التلاميذ هو :" + 23 تنتج السلسلة "عدد التلاميذ هو :23"، واذا كان محتوى المتغيرة **سع** هو 1732.50، فالكتابة "السعر الإجمالي هو :" + **سع** + "د.ج." تنتج السلسلة "السعر الإجمالي هو 1732,50د.ج."
-		2	تعليمة الطرح، لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها وتنتج قيمة يجب شحنها في متغيرة ما، فإذا كانت المتغيرة **ب** مشحونة بالقيمة 70 والمتغيرة **ج** مشحونة بالقيمة 15، فالكتابة **ب - ج - 30** تنتج القيمة 25، وللحفاظ على هذه النتيجة للاستعمال فيما بعد، نكتب مثلا : **ق = ب - ج - 30** ، وبهذه الكتابة قمنا بشحن المتغيرة **ق** بنتيجة العملية **ب - ج - 30** ، أي 25.
*			تعليمة الضرب، لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها وتنتج قيمة يجب شحنها في متغيرة ما، فإذا كانت المتغيرة **ع** مشحونة بالقيمة 11 والمتغيرة **س** مشحونة بالقيمة 10، فالكتابة **ع * س** تنتج القيمة 110، والكتابة **ع * س - س** تنتج القيمة 100، وللحفاظ على نتائج مثل هذه العمليات نستعمل عملية الشحن =،

			فنكتب مثلا: **ب = ع * س – س +5** ، وبهذه الكتابة قمنا بشحن المتغيرة **ب** بنتيجة العملية: ع*س -س+5 ، أي 105.
/			تعليمة القسمة، لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها وتنتج قيمة يجب شحنها في متغيرة ما، فإذا كانت المتغيرة **ع** مشحونة بالقيمة 27 والمتغيرة **س** مشحونة بالقيمة 9، فالكتابة **ع / س** تنتج القيمة 3، والكتابة **ع / س + س*2** تنتج القيمة 21، وللحفاظ على مثل هذه النتائج نستعمل عملية الشحن =، فنكتب مثلا : ب=ع/س+س+5 ، وبهذه الكتابة قمنا بشحن المتغيرة ب بنتيجة العملية ع/س+س+5، أي 17.
%			تعليمة بقية القسمة بين قيمتين طبيعيتين، لا تحدث أي تغيير في محتوى المتغيرات التي تستعمل معها وتنتج قيمة يجب شحنها في متغيرة ما اذا اردنا الإستفادة منها، فإذا كانت المتغيرة **ع** مشحونة بالقيمة 27 والمتغيرة **س** مشحونة بالقيمة 5، فالكتابة **ع % س** تنتج القيمة 2، وللحفاظ على مثل هذه نستعمل عملية الشحن =، فنكتب مثلا : **ب = ع % س** ، وبهذه الكتابة قمنا بشحن المتغيرة **ب** بالقيمة 2.

جدول 3 : العمليات الحسابية الأساسية

<table>
<tr><th colspan="4">العمليات المنطقية</th></tr>
<tr><th>الرمز</th><th>اسم العملية</th><th>عدد المعاملين</th><th>شرح و امثلة</th></tr>
<tr><td>&&
و</td><td>العطف</td><td>2</td><td>انطلاقا من معاملين حاملين لقيمة منطقية، ولنسميهم الف وباء، تنتج هذه التعليمة نتيجة منطقية حسب الجدول الآتي المسمى بجدول الحقيقة
<table>
<tr><th>قيمة الف</th><th>قيمة باء</th><th>قيمة العملية الف && باء</th></tr>
<tr><td>خطأ</td><td>خطأ</td><td>خطأ</td></tr>
<tr><td>خطأ</td><td>صحيح</td><td>خطأ</td></tr>
<tr><td>صحيح</td><td>خطأ</td><td>خطأ</td></tr>
<tr><td>صحيح</td><td>صحيح</td><td>صحيح</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>||
او</td><td>التخيير</td><td>2</td><td>انطلاقا من معاملين حاملين لقيمة منطقية، ولنسميهم الف وباء، تنتج هذه التعليمة نتيجة منطقية حسب الجدول الآتي المسمى بجدول الحقيقة
<table>
<tr><th>قيمة الف</th><th>قيمة باء</th><th>قيمة العملية الف || باء</th></tr>
<tr><td>خطأ</td><td>خطأ</td><td>خطأ</td></tr>
<tr><td>خطأ</td><td>صحيح</td><td>صحيح</td></tr>
<tr><td>صحيح</td><td>خطأ</td><td>صحيح</td></tr>
<tr><td>صحيح</td><td>صحيح</td><td>صحيح</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>!
لا
ليس
غير</td><td>النفي</td><td>1</td><td>انطلاقا من معامل واحد حامل لقيمة منطقية، ولنسميه الف، تنتج هذه التعليمة نتيجة منطقية حسب الجدول الآتي المسمى بجدول الحقيقة
<table>
<tr><th>قيمة الف</th><th>قيمة العملية ! الف</th></tr>
<tr><td>خطأ</td><td>صحيح</td></tr>
<tr><td>صحيح</td><td>خطأ</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

جدول 4 : العمليات المنطقية الأساسية

2 – تقييم اقصر العبارات: العبارات بدون اي عملية

يمكن كتابة عبارة مكونة فقط من عنصر واحد دون ذكر اي عملية من العمليات الأساسية، وفي العموم مثل هذه العبارات شاذة الاستعمال كتعليمات، لكنها واسعة الاستعمال عند وصف ما يوضع في منافذ الخوارزميات حين يطلب تنفيذها، ومثل هذه العبارات هي أصغر ما يمكن كتابته، وتتمثل فيما يلي:

- **قيمة ثابتة:** ونتيجة تقييم العبارة هي القيمة الثابتة نفسها.
- **متغيرة ثابتة:** ونتيجة تقييم العبارة هي القيمة الموجودة في المتغيرة الثابتة.
- **متغيرة:** ونتيجة تقييم العبارة هي القيمة الموجودة في المتغيرة
- **طلب تنفيذ وظيفة:** ونتيجة تقييم العبارة هي القيمة التي يرجعها تنفيذ الوظيفة عبر منفذ الرجوع.

2 – 1 امثلة توضيحية

النص الذي يظهر في العمود الثاني من الجدول 5، نص خوارزم يحتوي على تعليمات هي عبارات دون عمليات، ويجدر بنا ان نشير الى ان هذا الخوارزم الغريب انما اعد فقط لشرح مفهوم العبارات بدون عمليات.

يُظهر العمود الثالث نتيجة تنفيذ كل تعليمة، اي **نتيجة تقييم كل عبارة**، ونستعمل في النص وظيفة معتادة، نموذجها (او رأسها) هو **:حقيقي قوة(حقيقي س، ق)**، وترجع هذه الوظيفة لطالبها القيمة الحقيقية **$س^{ق}$** .

ملاحظة هامة: نلاحظ في العمود الخاص بنتائج عملية التقييم الخطورة البالغة لاستعمال متغيرات مجهولة المحتوى، فكل حساب مبني على مجهول ينتج قيمة مجهولة.

رقم	الخوارزم	نتيجة تنفيذ التعليمة (او تقييم العبارة)
1	اجراء م1() {	
2	صحيح **الف** = 145 ؛	التصريح بقيمة اولية للمتغيرة الف
3	حقيقي **باء** ، **جيم** = **3.00** ؛	التصريح بقيمة اولية للمتغيرة **جيم** و بدون قيمة اولية للمتغيرة **باء**
4	منطقي حاضر = **صحيح** ؛	التصريح بقيمة اولية للمتغيرة **حاضر**
4	57 ؛	57
5	الف ؛	145
6	باء ؛	؟؟؟ قيمة التقييم موجودة لكنها مجهولة لعدم التصريح بقيمة اولية للمتغيرة باء
7	جيم ؛	3.00
8	قوة(3، 2) ؛	9.00
9	قوة(2، جيم) ؛	8.00
10	قوة(2، باء) ؛	؟؟؟ قيمة التقييم موجودة لكنها مجهولة لكون قيمة باء مجهولة

11	قوة(باء، 2) ؛	؟؟؟ قيمة التقييم موجودة لكنها مجهولة لكون قيمة باء مجهولة
12	حاضر ؛	صحيح
13	} // نهاية الإجراء م1	

جدول 5 : امثلة من اقصر العبارات

2 - 2 حقيقة العبارة المُكَونة من طلب تنفيذ وظيفة:

في حقيقة الأمر، مثل هذه العبارات يمكن ان تكون مركبة من اكثر من عبارة، فاذا كان للوظيفة مداخل، فزيادة على طلب التنفيذ، يكون كل ما ذكر في مدخل ما عبارة قائمة بذاتها، فمثلا العبارة **قوة(3، 2)** مكونة من ثلاث عبارات: طلب التنفيذ، القيمة الثابتة 2 في المدخل الأول، القيمة الثابتة 3 في المدخل الثاني، و كذلك بالنسبة للعبارة **قوة(2، باء)**، فالعبارة الثالثة هي المتغيرة **باء**.

3 - تقييم العبارات المحتوية على عملية واحدة فقط:

في مثل هذه العبارات تنفذ العملية على معامل واحد او معاملين، وتفضي العملية الى نتيجة تمثل قيمة عملية تقييم العبارة. وحسب نوعية العملية، توضع نتيجة التقييم:

- اما في **متغيرة معلومة الاسم**
- واما في **متغيرة مجهولة الاسم** ، ومثل هذه المتغيرة لا يعرف اسمها الا منفذ عملية تقييم العبارة، فواضع الخوارزم يجهلها ولا يمكن له استعمالها في تعليمات اخرى، ولا فائدة لواضع الخوارم من معرفتها.

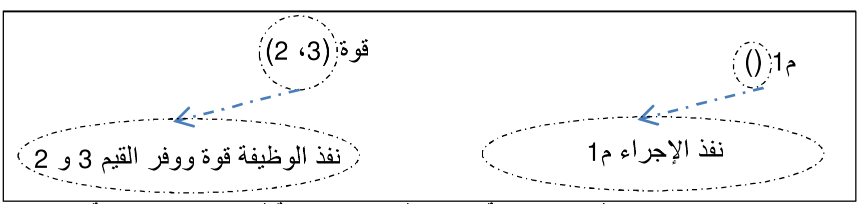
فإذا وضعت نتيجة التقييم في متغيرة معلومة الاسم، يصبح من الممكن لواضع الخوارزم استغلال نتيجة التقييم واستعمالها في تعليمات اخرى.

اما اذا كانت نتيجة التقييم وضعت في متغيرة مجهولة الاسم ومعلومة فقط للمنفذ، فلا يمكن لواضع الخوارزم الوصول الى نتيجة التقييم واستغلالها في تعليمات اخرى، بل ان هذه المتغيرة تختف من الذاكرة بمجرد انتهاء المنفذ من تقييم العبارة.

كل العمليات باستثناء عملية الشحن (=) تفضي الى نتيجة مخزنة في متغيرة مجهولة الاسم نسميها **بمتغيرة ظرفية،** اما عملية **=**، فنتيجة تقييمها هي القيمة التي توضع في المتغيرة الواقعة في الجانب الأيمن من العملية.

تنبيه: نلفت النظر ان عبارة مكونة فقط من طلب تنفيذ وظيفة يفضي الى نتيجة هي القيمة التي ترجعها الوظيفة عبر منفذ الرجوع و توضع في **متغيرة ظرفية مجهولة الاسم** تمثل منفذ الرجوع (التعليمات من 5 الى 8 في الجدول 5).

معلومة: في بعض لغات البرمجة واللغة الشرمزية، يعتبر القوسين اللذين يتبعان اسم الوظيفة او الإجراء، رمز عملية طلب التنفيذ، كما هو مفسر في الشكل 1، لذا نستغني عن استعمال لفظ اضافي كلفظ **نفذ**.



الشكل 1 : القوسين يمثلان رمز عملية طلب تنفيذ اجراء او وظيفة في بعض لغات البرمجة

رقم	الخوارزم	نتيجة تنفيذ التعليمة (او تقييم العبارة)	نوعية المتغيرة الحاملة للنتيجة
1	اجراء م1() {	التصريح ببعض المتغيرات	
2	صحيح **الف** = 136 ؛		
3	حقيقي **باء** ، **جيم** = **4.00** ؛		
4	منطقي حاضر = **صحيح** ؛		
5	الف = 10 ؛	10، فهذه هي القيمة التي يستقر عليها محتوى الجانب ألأيمن من العملية =، اي محتوى المتغيرة الف بعد الانتهاء من تقييم العبارة	متغيرة معلومة الاسم هي **الف**
6	الف+ 10 ؛	20، فمحتوى الف هو 10	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
7	باء * 10 ؛	؟؟؟ قيمة التقييم موجودة لكنها مجهولة لكون قيمة المتغيرة باء مجهولة	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
8	جيم = باء ؛	؟؟؟؟ قيمة التقييم موجودة لكنها مجهولة لكون قيمة المتغيرة باء مجهولة	متغيرة معلومة الاسم هي **جيم**
9	قوة(3، 2) ؛	9.00 ،	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
10	الف – 10 ؛	0	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
11	قوة(2، باء) ؛	؟؟؟ قيمة التقييم موجودة لكنها مجهولة لكون قيمة باء مجهولة	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
12	باء = الف ؛	10.00	متغيرة معلومة الاسم هي **باء**
13	جيم = قوة(2، باء) ؛	1024.00	متغيرة معلومة الاسم هي **جيم**
14	حاضر = خطأ ؛	خطأ	متغيرة معلومة الاسم هي **حاضر**
15	! حاضر ؛	صحيح	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
16	حاضر || صحيح ؛	صحيح	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
17	حاضر && صحيح ؛	خطأ	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
18	! حاضر ؛	خطأ	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
19	الف + جيم	1034.00	متغيرة ظرفية مجهولة الاسم
20	} // نهاية الإجراء م1		

جدول 6 : عبارات بعملية واحدة

3 – 1 امثلة توضيحية

يحتوي الجدول 6 على خوارزم فيه عبارات بنيت باستعمال عملية واحدة، ويحتوي الجدول على عمود رابع يظهر نوع المتغيرة التي تُخزن فيها نتيجة التقييم: هل هي متغيرة معلومة الاسم ام مجهولة الاسم (اي ظرفية)، كما يحتوي الجدول 7 على بعض الكتابات الخاطئة لعبارات تحتوي على عملية واحدة واللافت للانتباه في الجدول 6 ما يلي:

- **القيمة التي افضى اليها التقييم بعد تنفيذ التعليمة رقم 12، اي 10.00:** فالتعليمة رقم 8، **باء = الف** تقوم بشحن قيمة طبيعية، اي ما تحتويه المتغيرة الف وهي القيمة 10، في وعاء **حقيقي**، و في هذا الوعاء تكون القيمة قيمة حقيقية ولذا كتبت 10.00، والكتابة **باء = الف** صحيحة لكون الاعداد الطبيعية جزءا من الأعداد الحقيقية.
- **القيمة التي افضى اليها التقييم بعد تنفيذ التعليمة رقم 19، اي 1034.00**: فالتعليمة رقم 15،اي **الف + جيم**، تقوم بجمع قيمة طبيعية، اي ما تحتويه المتغيرة **الف** وهي القيمة 10، مع قيمة حقيقية، اي ما تحتويه المتغيرة **جيم** وهي القيمة 1024.00، و لتكون النتيجة دقيقة بدون اي ضياع تكون النتيجة من النوع الأوسع وعاءا، اي النوع حقيقي، **فكل عملية حسابية تحتوي على قيمة حقيقية تكون حتما نتيجتها حقيقية.**

رقم	الخوارزم	مصدر الخطأ
1	اجراء م1() }	
2	صحيح **الف** = 136 ؛	
3	حقيقي **باء** ، **جيم** = **4.00** ؛	
4	منطقي حاضر = **صحيح** ؛	
5	10 = 10 ؛	لا يمكن وضع قيمة ثابتة في يمين التعليمة، فالعملية = ليست بعملية مقارنة
6	10 = الف	لا يمكن وضع قيمة ثابتة في يمين التعليمة، فالعملية = ليست بعملية مقارنة
7	الف = جيم	الوعاء جيم (طبيعي) اكبر من الوعاء الف (صحيح)، لا يمكن لوعاء صحيح احتمال الاعداد العشرية، لضياع كل ما بعد الفاصلة،
8	حاضر + خطأ ؛	لا يمكن استعمال العملية + مع معامل منطقي
9	الف || 2	لا يمكن استعمال العملية || مع معامل غير منطقي
10	{	

جدول 7 : اخطاء في كتابة العبارات

4 – تقييم العبارات المحتوية على اكثر من عملية

في العبارات التي تحتوي على اكثر من عملية، ولكون تنفيذ العمليات يتم بشكل تسلسلي، يطرح إشكال تحديد العملية التي يجب ان تنفذ من بين العمليات التي ذكرت في العبارة، فالمنفذ آلة لابد له ان

يتبع طريقة دقيقة لا غموض فيها تمكنه من انتخاب عملية محددة واحدة للتنفيذ من بين العمليات التي ذكرت في العبارة.

4 – 1 منهجية التقييم

ينطلق تقييم العبارة من الصيغة الأولى التي كتبت بها في الخوارزم، ونسميها ايضا بالصيغة الأصلية (جدول 8)، ومن هذه الصيغة الأولى المحتوية على اكثر من عملية واحدة، وحسب منهجية دقيقة، تنُتخب من بين العمليات عملية واحدة، وكنتيجة لهذا الانتخاب، نستخرج من العبارة الأصلية عبارة ثانوية فيها عملية واحدة فقط هي العملية المنتخبة، فتقيم العبارة المنتخبة لتنتج قيمة تكون في العموم مخزنة في متغيرة ما، وقبل الشروع في تحديد العملية التاليةيُ عاد كتابة العبارة الأصليةفتُ عوض فيها العبارة المنتخبة اما بقيمتها او بالمتغيرة التي فيها تم تخزين نتيجة تقييمها، فنتحصل بذلك على صيغة ثانية للعبارة الأصلية يكون عدد عملياتها اقل بواحد من عدد عمليات الصيغة الأصلية، ثم نعاود تطبيق نفس الطريقة على الصيغة الثانية للعبارة الأصلية، ثم الصيغة الثالثة، حتى تصبح الصيغة على شكل عبارة بدون اي عملية، فتقيم كما سبق وان شرحناه في الفقرة 2.

البداية: العبارة الأصلية	**س+ ص % 5 –ع*ج**
انتخاب عملية واستخراج العبارة المنتخبة	**ص % 5**
المتغيرة الظرفية التي فيها حفظت قيمة تقييم العبارة المنتخبة	**مظ1**
الصيغة الثانية للعبارة الأصلية:اعادة كتابة الصيغة ألأصلية:استبدال العبارة المنتخبة بقيمتها	**س+ مظ1 –ع*ج**
انتخاب عملية واستخراج العبارة المنتخبة	**ع*ج**
المتغيرة الظرفية التي فيها حفظت قيمة العبارة المنتخبة	**مظ2**
الصيغة الثالثة للعبارة الأصلية:اعادة كتابة الصيغة ألثانية: استبدال العبارة المنتخبة بقيمتها	**س+ مظ1 – مظ2**
انتخاب عملية واستخراج العبارة المنتخبة	**مظ1 – مظ2**
المتغيرة الظرفية التي فيها حفظت قيمة العبارة المنتخبة	**مظ3**
الصيغة الرابعة للعبارة الأصلية:اعادة كتابة الصيغة ألثالثة: استبدال العبارة المنتخبة بقيمتها	**س+ مظ3**
انتخاب عملية واستخراج العبارة المنتخبة	**س+ مظ3**
المتغيرة الظرفية التي فيها حفظت قيمة العبارة المنتخبة	**مظ4**
الصيغة الخامسة للعبارة الأصلية:اعادة كتابة الصيغة ألرابعة: استبدال العبارة المنتخبة بقيمتها	**مظ4**
انتهي التقييم، فالصيغة الخامسة لا تحتوي على اي عملية، فقيمة الصيغة الخامسة هي قيمة تقييم العبارة **س+ ص % 5 –ع*ج** اي القيمة المخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ4**	

جدول 8 : منهجية تقييم العبارات المحتوية على عملية او اكثر

4 – 2 الادوات المستعملة في تقييم العبارات

لشرح مراحل تقييم العبارات سوف نستعين بالأدوات التالية:

4 – 2 – 1 المتغيرات الظرفية: فيما يلي من امثلة، سوف نستعمل المتغيرات الظرفية لتخزين النتائج المرحلية في تقييم العبارات، وسوف نستعمل اسماء خاصة للتدليل على المتغيرات الظرفية، فيكون اسم

متغيرة ظرفية ما على شكل **مظ1**، و **مظ2** و **مظ3** الخ.. ونذكر ان اسم **المتغيرة الظرفية** لا يعرفه الا منفذ الخوارزم، فهو الذي ينشأ المتغيرات الظرفية ويستعين بها في سياق تقييم العبارات، وبعد الانتهاء من تقييم عبارة ما (اي اتمام تنفيذ التعليمة التي كتبت على شكل عبارة)، تحذف كل المتغيرات الظرفية المرتبطة بها، فمثلا المتغيرة الظرفية **مظ25** التي انشأت في تنفيذ تعليمة اولى (وهي تقييم عبارة ما) غير المتغيرة الظرفية **مظ25** التي انشأت في تنفيذ تعليمة ثانية و ثالثة الخ.

4 – 2 – 2 جدول تقييم العبارات: لتبيان ما يحدث اثناء تقييم عبارة ما، نستعمل جدولا خاصا، نسميه **جدول تقييم العبارات**، ويتكون هذا الجدول من 6 اعمدة (الجدول 9):

- **العمود 1: المرحلة:** يحتوي على رقم يبين مختلف المراحل التي يمر بها نشاط تقييم عبارة ما، وعدد المراحل مرتبط بعدد العمليات التي تحتويها العبارة.
- **العمود 2: العبارة قيد التقييم:** هي العبارة التي اعاد كتابتها المنفذ بعد تقييم عبارة منتخبة، واول عبارة هي العبارة الأصلية التي كتبت في الخوارزم، وتكون في المرحلة الأولى، اما في المراحل التالية، فكل سطر يحتوي على صيغة جديدة للعبارة الأصلية، ويستعمل المنفذ المتغيرات الظرفية في اعادة كتابة الصيغ الجديدة، وآخر سطر في هذا العمود يحتوي على عبارة بدون اي عملية، مكتوبة في آخر سطر، وعند اعادة كتابة عبارة ما بعد تقييم جزء منها، نذكر في الصيغة الجديدة للعبارة اما القيمة او اسم المتغيرة الظرفية (السطر 2 من الجدول 9)، ولا يمكن ان نذكر القيمة اذا كانت سَتغُير في التقييمات التالية، بل هنا نذكر فقط اسم المتغيرة.
- **العمود 3: العملية المنتخبة**: يحتوي هذا العمود على رمز العملية التي يجب تنفيذها.
- **العمود 4: العبارة المنتخبة (او الجزئية)**: وهي العبارة المستخرجة من العبارة قيد التقييم والتي تحتوي العملية المنتخبة للتنفيذ.
- **العمود 5: القيمة:** وهي القيمة التي افضى اليها تقييم العبارة المكتوبة في العمود الرابع (العبارة المنتخبة)، وفي صورة ما اذا نفذت كل العمليات توضع هذه القيمة في السطر التالي ويكون هو السطر الأخير في الجدول وتكون هذه القيمة هي نتيجة عملية التقييم، وتستعمل هذه القيمة في مكان العبارة المنتخبة عند اعادة كتابة العبارة الأصلية في المرحلة التالية.
- **العمود 6: الوعاء:** اسم المتغيرة التي فيها وضعت القيمة الموجودة في العمود الخامس (القيمة)، وتحل هذه المتغيرة محل العبارة الجزئية عند اعادة كتابة العبارة الأصلية في المرحلة التالية، و يحدث هذا ان بقيت عمليات لم تنجز بعد، وان كان الوعاء متغيرة ظرفية، نستعمل شكل التسمية الذي حدد من قبل اي **ظ1**، **ظ2** الخ .

السطر	الخوارزم
1	اجراء ج12() }
2	صحيح **الف** = 10 ، باء = 24، جيم؛
3	جيم = الف + باء ؛
4	اكتب "قيمة جيم هي: " + جيم
5	{

النص 1: خوارزم يحتوي على عبارات تقيم كأمثلة في شرح آليات انتخاب العمليات للتنفيذ في سياق تقييمها

المرحلة	العبارة قيد التقييم		العملية المنتخبة	العبارة المنتخبة		القيمة	الوعاء
1	5 + باء*2		*	باء*2		48	مظ1
2	5+ مظ1	5 + 48	+	5+ مظ1	5 + 48	51	مظ2
النتيجة	51						مظ2

جدول 9 : نموذج لجدول تقييم العبارات

5 - آلية تحديد العملية المنتخبة للتنفيذ

من خلال بعض الامثلة سوف نوضح ضرورة وضع آلية دقيقة لتحديد العملية التي يجب ان تنفذ، فندرس بعض الآليات لنرى هل هي مُجدية ام لا، حتى نتوصل الى آلية فعالة.

5 – 1 الألية الأولى : تقييم العبارات من اليمين الى اليسار:

في اطار التقييم من اليمين الى اليسار، فإن اول عملية يجب انتخابها هي التي تقع في اقصى اليمين، فعلى سبيل المثال تقييم العبارة **جيم** = **الف** + **باء** (النص 1،السطر 3) تكون كالتالي (الجدول 10):

- تقُيم اولا العملية **=** التي هي في اقصى اليمين، اي ان العبارة المنتخبة هي: **جيم** = **الف** ، ونتيجة التقييم هي القيمة 10، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة معلومة الاسم هي المتغيرة **جيم**، وبعد اكتمال تنفيذ العملية =، تصبح العبارة الأصلية **جيم** = **الف** + **باء** على شكلها الثاني: **جيم** + **باء**
- تقييم **جيم + باء** هو تقييم عبارة ذات عملية واحدة، وعرفنا مما سبق كيفية تقييم مثل هذه العبارات، و نتيجة تقييم **جيم+باء** هي القيمة 34، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة هي **متغيرة ظرفية مجهولة الاسم** لا َيعرف اسمها الا منفذ الخوارزم.

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	جيم = الف + باء	=	جيم = الف	10	جيم
2	جيم + باء	+	جيم + باء	34	مظ1
النتيجة	34				مظ1

جدول 10 : جدول تقييم العبارة جيم = الف + باء من اليمين الى اليسار

وهكذا، تكون القيمة 34 هي قيمة تقييم العبارة **جيم** = **الف** + **باء** ، لكن النتيجة وضعت في المتغيرة الظرفية **مظ1** التي لا يمكن لكاتب الخوارزم استغلالها لجهل اسمها.

اما النتيجة التي تظهر في الشاشة بعد تنفيذ الخوارزم فهي ما تحتويه المتغيرة **جيم** اي 10، كما يظهر في الشكل 2، ولا نظن ان هذا هو الذي كان منتظرا من الخوارزم، فالآلية من اليمين الى اليسار غير مجدية في تقييم العبارات لكونها انتجت القيمة المنتظرة (34) في متغيرة غير منتظرة (**مظ1**)، وقيمة غير منتظرة (10) في متغيرة منتظرة (**جيم**)



الشكل 2 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 1 في سياق التقييم من اليمين الى اليسار

5 – 2 الآلية الثانية: تقييم العبارات من اليسار الى اليمين

في اطار هذ الآلية نُقيم العبارة الأصلية **جيم** = **الف** + **باء** (السطر 3 من النص 1) كالتالي (الجدول 11):

- ننفذ اولا العملية التي في اقصى اليسار، ويرجع هذا الى تقييم العبارة الثانوية **الف** + **باء** ، ونتيجة التقييم هي القيمة 34، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة متغيرة ظرفية نسميها **مظ1**.
- نكتب العبارة الأصلية **جيم=الف+باء** على شكلها الثاني، لتصبح صيغتها: **جيم=مظ1.**
- تقييم العبارة الأصلية على شكلها الثاني، اي **جيم=مظ1**، هو تقييم عبارة ذات عملية واحدة، ونتيجة تقييم **جيم=مظ1** هي القيمة 34، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة 34، متغيرة معلومة الاسم و غير ظرفية، وهي المتغيرة **جيم.**

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	جيم = الف + باء	+	الف + باء	34	مظ1
2	جيم = مظ1	=	جيم = مظ1	34	جيم
النتيجة	34				جيم

جدول 11 : جدول تقييم العبارة جيم = الف + باء من اليسار الى اليمين

وهكذا، تكون القيمة 34 هي قيمة تقييم العبارة الأصلية **جيم** = **الف** + **باء** ، والنتيجة وضعت في متغيرة معلومة الاسم هي **جيم**، وبهذا تكون النتيجة التي تَظهر على الشاشة بعد تنفيذ الخوارزم هي ما تحتويه المتغيرة **جيم** اي 34، (الشكل 3) والظاهر ان هذا ما اراده كاتب الخوارزم.



الشكل 3 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 1 في سياق التقييم من اليمين الى اليسار

5 – 3 تقييم عبارة معقدة حسب الآلية الثانية من اليسار الى اليمين

اذا كانت نتيجة التقييم من اليسار الى اليمين هي ما ارادها واضع الخوارزم ج12() (النص 1)، فهل معنى هذا ان الألية الأخيرة في تقييم العبارات هي الأصح؟ لتبيان او نفي جدوى التقييم من اليسار الى اليمين، نطبق هذه الطريقة على عبارة السطر 3 من النص 2، وهي:**جيم=10+الف*3 + باء.**

السطر	الخوارزم
1	اجراء ج24() }
2	صحيح **الف** = 10 ، باء = 24، جيم؛
3	جيم =10 + الف*3 + باء ؛
4	اكتب "قيمة جيم هي: " + جيم
5	{

النص 2 : خوارزم يحتوي على عبارة معقدة (السطر 3) تقيم من اليسار الى اليمين

مسار تقييم العبارة الأصلية :**جيم = 10+ الف*3 + باء** يكون على النحو التالي(جدول 12):

- اولا ننتخب العملية الموجودة في اقصى اليسار، وهي العملية +، والعبارة المرتبطة بالعملية + هي:**3 + باء**، ونتيجة التقييم هذه العبارة الثانوية هي القيمة 72، والمتغيرة التي وضعت فيها النتيجة هي المتغيرة الظرفية **مظ1**،
- بعد اتمام تنفيذ عملية الجمع (+) تصبح العبارة الأصلية **جيم=10+الف*3+باء** على شكلها الجديد وهو : **جيم=10+الف*مظ1.**
- نعاود نفس الألية في تقييم العبارة الجديدة **جيم= 10+ الف*مظ1** فنقيم اولا العبارة المنتخبة من اقصى اليسار، اي: **الف*مظ1**، ونتيجة تقييم **الف*مظ1** هي القيمة 270، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة هي المتغيرة الظرفية **مظ2**.
- بعد اتمام تنفيذ عملية الضرب* تصبح العبارة **جيم=10+ الف*مظ1** على شكلها الجديد وهو **جيم=10+مظ2.**
- ونعاود نفس الألية في تقييم العبارة الجديدة **جيم = 10+ مظ2** فنقيم اولا العبارة الموجودة في اقصى اليسار، اي **10 + مظ2**، ونتيجة تقييم **10 + مظ2** هي القيمة 280، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة متغيرة ظرفية **مظ3**،
- بعد اتمام تنفيذ العملية + تصبح العبارة **جيم=10+مظ2** على شكلها الجديد وهو **جيم=مظ3.**
- نقيم **جيم = مظ3** و نتيجة التقييم هي القيمة 280، والمتغيرة التي تحتوي على النتيجة 280، المتغيرة المعلومة الاسم **جيم.**

وبهذا تكون النتيجة التي تظهر على الشاشة بعد تنفيذ الخوارزم هي ما تحتويه المتغيرة **جيم** اي 280، كما يظهر في الشكل 4، والظاهر ان هذا ما لم ينتظره كاتب الخوارزم، اذ كان المنتظر هو القيمة

64 ، وللحصول على هذه القيمة لا تنفع معها الآليتين السالفتين، فالكاتب كان يريد اولا تنفيذ عملية من الوسط وهي عملية الضرب ثم العمليات الباقية، وهكذا نرى انه لابد من آلية اكثر ذكاءا لتحديد العملية التي يجب الشروع في تنفيذها من بين اكثر من عملية.

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	**جيم = 10+ الف*3 + باء**	+	**3 + باء**	27	مظ1
2	**جيم = 10+ الف*مظ1**	*	**الف***مظ1	270	مظ2
3	**جيم = 10+ مظ2**	+	**10 + مظ2**	280	مظ3
4	**جيم = مظ3**	=	**جيم = مظ3**	280	جيم
النتيجة	**280**				**جيم**

جدول 12 : تقييم العبارة جيم = 10+ الف*3 + باء من اليسار الى اليمين



الشكل 4 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 2 في سياق التقييم من اليسار الى اليمين

5 – 4 الآلية المرتكزة على تحديد أولويات العمليات

تتبع لغات الخوارزميات ولغات البرمجة طريقة تقييم العبارات مرتكزة على تعريف درجة الأولية لكل عملية، ودرجة الأولية هي قيمة طبيعية تبدأ من الصفر، فكلما كانت الدرجة صغيرة كلما كانت الأولية كبيرة، وفيما يخصنا نستعمل سلم الأولويات الظاهر في الجدول 13، و في اعلى السلم نجد الأولوية 0 وهي اولى الأولويات (و نقول ايضا: هي أعلى الأولويات)، ثم تأتي الأولوية 1، وادنى الأولويات في هذا السلم هي الأولوية 9.

الرمز	الأولوية	ملاحظة
( )	0	عملية طلب تنفيذ خوارزم او طلب تقييم عبارة
!	1	الملية المنطقية لا،
% / *	2	الضرب، القسمة وبقية القسمة بين عددين طبيعيين
- +	3	جمع و طرح الأعداد
+	4	جمع سلاسل الحروف
=< < >= >	5	اصغر، اصغر او يساوي، اكبر، اكبر او يساوي،
=! ==	6	يساوي، لا يساوي
&&	7	العطف (واو)
||	8	التخيير (أو)
=	9	تعيين (وضع، حمل، شحن)

جدول 13 : سلم اولويات العمليات الأكثر استعمالا

عند تقييم عبارة ما، تُنتخب العملية ذات الأولوية العالية فتنفذ، وهكذا يمكن ان تكون العملية المرشحة للانتخاب في اي مكان في العبارة، ولتبيان جدوى آلية الأولويات، نقوم بتقييم العبارة **جيم = الف*10 + (5 + باء*2)** (السطر 3، النص 3)

تنبيه: في حالة ما اذا كانت العبارة تحتوي على عبارة ثانوية مكتوبة بين قوسين: اولا: ننشأ جدولا ثانيا خاص بتقييم العبارة بين قوسين. ثانيا: نأخذ نتيجة التقييم والوعاء ونلحقهم بالجدول الأول

السطر	الخوارزم
1	اجراء ج45() }
2	صحيح **الف** = 10 ، باء = 24، جيم؛
3	جيم = الف*10 + (5 + باء*2) ؛
4	اكتب "قيمة جيم هي: " + جيم
5	جيم = جيم + الف
6	اكتب "الآن قيمة جيم هي: " + جيم
7	{

النص 3 : خوارزم فيه عبارة معقدة تقييم بطريقة اولويات العمليات

يظهر الجدول 14 والجدول 15 مسار تقييم العبارة **جيم=الف*10+(5+باء*2)**، وهو كالتالي:

- **تقييم العبارة الأصلية (السطر الأول من الجدول 14):** نبدأ اولا بتحديد العملية ذات الأولوية العالية (صاحبة الدرجة الأصغر)، ففي العبارة الأصلية **جيم=الف*10+(5 + باء*2)**، وحسب سلم الأولويات (جدول 13) تكون العملية الممثلة بالقوسين هي المرشحة الوحيدة للإنجاز فتُنتخب.
- **نقيم العبارة داخل القوسين** : لتقييم عبارة معقدة بين قوسين نُنشأ جدولا تقييميا خاصا بها، اي جدول خاص بتقييم العبارة **5+باء*2** (الجدول 15)، وتوضع نتيجة الجدول (السطر الأخير من الجدول 15) الممثلة بالقيمة ووعاؤها، في السطر الذي يحتوي على العملية الممثلة بالقوسين في الجدول 14، ثم نتابع التقييم في الجدول 14.
- **كتابة الصيغة الثانية للعبارة الأصلية (السطر الثاني من الجدول 14):** بعد الحصول على نتيجة التقييم، نكتب الصيغة الثانية للعبارة الأصلية مستخدمين الوعاء الذي خزنت فيه نتيجة التقييم السابق، والعبارة الأصلية في صيغتها الثانية هي: **جيم=الف*10+مظ2.**
- **تحديد العملية التالية** : انطلاقا من العبارة الأصلية في صيغتها الثانية، اي **جيم=الف*10+مظ2** ، وارتكازا على سلم الأولويات (الجدول 13)، نرى جليا ان الأولوية لعملية الضرب الممثلة بالرمز *، و هكذا تكون العبارة الثانوية التي يجب تقييمها هي **الف*10**، و نتيجة هذه العبارة هي القيمة 100 المخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ3.**

- **كتابة الصيغة الثالثة للعبارة الأصلية (السطر الثالث من الجدول 14)** و هي:**جيم=ظ3+مظ2**، والأولوية في تقييم هذه العبارة تكون لعملية الجمع +، فتقُيم في هذه المرحلة العبارة الثانوية **مظ3+مظ2**، فنتحصل على القيمة 340 مخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ4.**
- **كتابة الصيغة الرابعة للعبارة الأصلية (السطر الرابع من الجدول 14)** و هي **جيم=مظ4**، وهذه الصيغة تحتوي على عملية واحدة فقط، وتكون آخر عملية تنفذ في تقييم العبارة الأصلية، ونتيجتها هي نتيجة تقييم العبارة الأصلية، وتقييم العبارة **جيم=مظ4** ينتج القيمة 340 محفوظة في المتغيرة **جيم.**
- نتيجة تقييم العبارة **جيم=الف*10+(5+باء*2)** تظهر في آخر سطر جدول التقييم وهي القيمة 340 المحفوظة في متغيرة معلومة الاسم هي **جيم.**

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	جيم = الف*10 + (5 + باء*2)	( )	5 + باء*2	240	مظ2
2	جيم = الف*10 + مظ2	*	الف*10	100	مظ3
3	جيم = مظ3+ مظ2	+	مظ3+ مظ2	340	مظ4
4	جيم = مظ4	=	جيم = مظ4	340	جيم
النتيجة	340				جيم

جدول 14 : مراحل تقييم العبارة جيم = الف*10 + (5 + باء*2)

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1 : 1	5 + باء*2	*	باء*2	48	مظ1
1 : 2	5+ مظ1	+	5+ مظ1	240	مظ2
النتيجة	240				مظ2

جدول 15 : مراحل تقييم العبارة 5 + باء*2 التي ظهرت بين قوسين في الجدول 14

6 - تقييم عبارة تذكر فيها نفس المتغيرة في جانبي عملية الشحن = (الجدول 16)

في كتابات عديدة، تذُكر متغيرة كوعاء لنتيجة تقييم عبارة، اي انها تظهر كمعامل ايمن لعملية الشحن =، و تذُكر ايضا في عبارة تقع في الجانب الإيسر للعملية =، ولتبيان مراحل تقييم مثل هذه العباراتنُ قيم العبارة **جيم=جيم+الف** (السطر 5 من النص 3).

نلفت النظر الى ان القيمة التي اصبحت في المتغيرة **جيم** بعد التقييم السابق (الجدول 15)، اي تقييم العبارة **جيم=الف*10+(5+باء*2)** هي 240، اما قيمة المتغيرة **الف** فلم تتغير منذ التصريح بقيمتها الأولية، اي 10.

في العبارة **جيم=جيم+الف** تذُكر المتغيرة **جيم** مرتين، مرة مع عملية لا تغير قيمتها، وهي عملية الجمع **+**، ومرة ثانية مع عملية تغير محتواها وهي عملية الشحن =، واستنادا الى سلم الأولويات:

- تقُيم اولا العبارة المبنية على عملية الجمع +، اي: **جيم+الف** التي تضع نتيجتها في المتغيرة الظرفية **مظ1** (الجدول 16).
- ثم تقيم العملية **جيم=مظ1** (او **جيم=250** اذا استعملنا القيمة في اعادة كتابة العبارة الأصلية) .

المرحلة	العبارة قيد التقييم		العملية المرشحة	العبارة الجزئية		القيمة	الوعاء
1 : 1	جيم = جيم + الف		+	جيم + الف		250	مظ1
1 : 2	جيم = مظ1	جيم = 250	=	جيم = مظ1	جيم = 250	250	جيم
النتيجة	250						جيم

جدول 16 : تقييم عبارة السطر 5 من النص 3: جيم = جيم + الف

7 – تقييم العبارات التي ترُشح فيها عمليات لها أولويات متساوية

تحتوي بعض العبارات على عمليات عديدة لها أولويات متساوية، وفي سياق تقييم عبارة ما، ترشح اكثر من عملية للتنفيذ، فما هي من بين تلك العمليات المتساوية في الأولوية، العملية التي فعلا تنُتخب للتنفيذ، و فيما يلي نشرح عبر مثالين، ضرورة وجود آلية دقيقة لحل هذه الإشكالية.

7 – 1 المثال الأول: تقييم العبارة س= لف - باء - جيم

تحتوي التعليمة **س = الف - باء - جيم** (السطر 3 من النص 4) على نفس العملية مرتين، فما هي العملية التي يختارها المنفذ، أهي تلك التي على اقصى اليمين ام تلك التي على اقصى اليسار، (ام عملية موجودة داخل العبارة في حالة عبارة اكثر تعقيدا).

- اذا كانت العملية التي يجب انتخابها هي تلك التي في اقصى اليمين(الجدول 17)، تكون نتيجة التقييم -4
- اذا كان التقييم ينتخب العملية الموجودة في اقصى اليسار تكون النتيجة 2 (الجدول 18).

السطر	الخوارزم
1	اجراء ج45() }
2	صحيح **الف** = 1 ، باء = 2، جيم= 3، س؛
3	س = الف - باء - جيم؛
4	اكتب "قيمة س هي: " + س
5	{

النص 4 : المثال الأول لشرح كيفية انتخاب عملية من بين عمليات ذات اولوية متساوية (نفس العملية مكررة)

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	س = الف - باء - جيم؛	- من اقصى اليمين	الف - باء	1-	مظ1
2	س = مظ1 - جيم	-	مظ1 - جيم	4-	مظ2
3	س = مظ2	=	س = مظ2	4-	س
النتيجة	4-				س

جدول 17 : تقييم عبارة فيها عمليات ذات اولوية متساوية (تكرار نفس العملية): الانتخاب من اقصى اليمين

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	س = الف - باء - جيم؛	- من اقصى اليسار	باء - جيم	1-	مظ1
2	س = الف - مظ1	-	الف - مظ1	2	مظ2
3	س = مظ2	=	س = مظ2	2	س
النتيجة	2				س

جدول 18 : تقييم عبارة فيها عمليات ذات اولوية متساوية: (تكرار نفس العملية): الانتخاب من اقصى اليسار

7 – 2 المثال الثاني : تقييم العبارة: س = الف*باء%جيم

تحتوي التعليمة 3 من النص 5 على عمليتين لهما نفس الأولوية، عملية الضرب (*) وعملية باقي القسمة (%)، فما هي العملية التي يختارها المنفذ؟

السطر	الخوارزم
1	اجراء ج45() }
2	صحيح **الف** = 10 ، باء = 30، جيم= 20، س؛
3	س = الف*باء%جيم؛
4	اكتب "قيمة س هي: " + س ؛
5	{

النص 5 : المثال الثاني : شرح كيفية انتخاب عملية من بين عمليات مختلفة ذات اولوية متساوية

- اذا كانت العملية التي يجب انتخابها هي تلك الموجودة في اقصى اليمين، اي عملية الضرب، تكون نتيجة التقييم 0 (جدول 19)
- اما اذا كان التقييم ينتخب العملية الموجودة في اقصى اليسار تكون النتيجة 100 (جدول 20)،

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	س = الف * باء % جيم؛	* من اقصى اليمين	الف * باء	300	مظ1
2	س = مظ1 % جيم	/	مظ1 / جيم	0	مظ2
3	س = مظ2	=	س = مظ2	0	س
النتيجة	0				س

جدول 19 : تقييم عبارة فيها عمليات مختلفة ذات اولوية متساوية: الانتخاب من اقصى اليمين

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة الجزئية	القيمة	الوعاء
1	س = الف * باء % جيم؛	% من اقصى السار	باء % جيم	10	مظ1
2	س = الف * مظ1	*	الف * مظ1	100	مظ2
3	س = مظ2	=	س = مظ2	100	س
النتيجة	100				س

جدول 20 : تقييم عبارة فيها عمليات مختلفة ذات اولوية متساوية: الانتخاب من اقصى اليسار

7 – 3 خلاصة المثالين

من المثالين السابقين، يتبين لنا ضرورة وضع آلية دقيقة تمكن المنفذ من اختيار العملية التي يجب تنفيذها لكون الطريقتين السابقتين لا تنجزان نفس النتيجة، ومن المستحسن ان تتلاءم الآلية مع ما هو معتاد عند واضعي الخوارزم، فمثلا عندما نجد العبارة **الف – باء – جيم**، فالمعتاد ان نبدأ من اليمين الى اليسار، فنقيم اولا **الف – باء**، فنتحصل على نتيجة نسميها **مظ1**، ثم نقيم العبارة **مظ1 -جيم**.

8 - الآلية المعتمدة لانتخاب عملية من بين عمليات ذات اولويات متساوية:

لتمكين المنفذ من انجاز عمله دون اضطراب حدد لكل العمليات ذات الأولوية المتساوية، الكيفية التي يجب ان تتُبع لانتخاب عملية محددة واحدة في حال وجود اكثر من عملية من نفس الأولوية مرشحة للتنفيذ، والكيفية المتبعة في لغات الخوارزميات ولغات البرمجة هي تحديد الجانب، يسار او يمين، الذي منه يتم اختيار العملية التي يجب ان تنفذ (الجدول 21)، فمثلا: اذا رشحت في عبارة ما، عملية ضرب، وعملية القسمة وعمليتين لحساب بقية القسمة، فالتي توجد في اقصى اليمين هي المنتخبة للتنفيذ، و اذا رشحت ثلاث عمليات منطقية **لا** (!)، فالعملية **لا** الموجودة في اقصى اليسار هي التي تنفذ اولا.

الرمز	الأولوية	الاتجاه	ملاحظة
( )	0	اليمين	عملية طلب تنفيذ خوارزم او طلب تقييم عبارة
!	1	اليسار	العملية المنطقية لا،
* / %	2	اليمين	الضرب، القسمة وبقية القسمة بين عددين طبيعيين
+ -	3	اليمين	جمع و طرح الأعداد
+	4	اليمين	جمع سلاسل الحروف
> >= < =<	5	اليمين	اصغر، اصغر او يساوي، اكبر، اكبر او يساوي،
== !=	6	اليمين	يساوي، لا يساوي
&&	7	اليمين	العطف (واو)
||	8	اليمين	التخيير (أو)
=	9	اليسار	شحن (تخزين، وضع، حمل، تعيين)

جدول 21 : سلم الاولويات و آلية اختيار العمليات ذات الأولوية المتساوية

9 - امثلة توضيحية:

للشرح العملي لكيفية تقييم العبارات باستخدام جدول الأولويات (الجدول 21)، نختار من خوارزم النص 6 العبارات الأربع التالية: عبارة السطر 20، عبارة السطر 4 ، عبارة السطر 11، وعبارة السطر 24، ونفترض كما يظهر فيالشكل 5 ان المستعمل طلب تشفير العدد 10 و وفر المفتاح 3.

```
خوارزم المشفر {
1   طبيعي  شفر_م1(طبيعي ع) {
2       مخ = 2 ؛   /* مخ: مفتاح خاص */
3       طبيعي عدد_مشفر_م1 ؛
4       عدد_مشفر_م1 = ع*ع +  (100 + ع) % مخ ؛
5       ارجع  عدد_مشفر_م1 ؛
6   }
7
8   طبيعي  شفر (طبيعي ع ، مف) {
9       طبيعي مس = 5 ؛ /* مس: مفتاح سري */
10      طبيعي عم ؛ /* عم: عدد مشفر */
11      عم = مس + شفر_م1(ع)*(مف + شفر_م1(ع+مس))*مف%مس*قوة(ع%4، ع%7) ؛
12      ارجع  عم ؛
13  }
14
15  اجراء اساسي (){
16    مادام (صحيح) {
17        اكتب "ادخل عددا طبيعيا تريد تشفيره او العدد 0 ان لم ترد" ؛
18        اقرأ  عدد_غير_مشفر ؛
19        اذكان (عدد_غير_مشفر == 0) {
20            غادر ؛
21        }
22        اكتب "ادخل عدد طبيعي يمثل مفتاح التشفير" ؛
23        اقرأ المفتاح ؛
24        عدد_مشفر = شفر(عدد_غير_مشفر، المفتاح) ؛
25        اكتب "شفرة الرقم "+  عدد_غير_مشفر "هي:" + عدد_مشفر ؛
26    }
27  }
} // نهاية الخوارزم المشفر
```

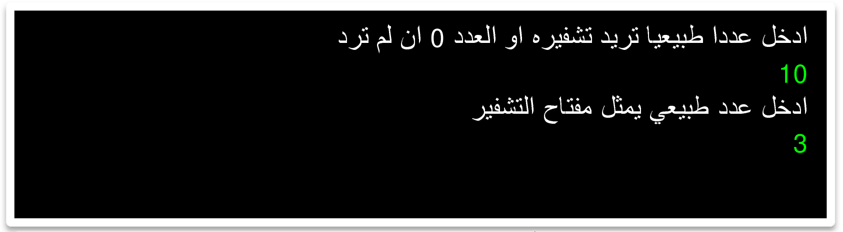
النص 6 : خوارزم يشفر عددا طبيعيا انطلاقا من العدد و من مفتاح

9 - 1 محتوى الخوارزم و سلوكه العام:

يقوم خوارزم النص 6 بتشفير الأرقام الطبيعية، وهو مكون من ثلاثة عناصر: الوظيفتين **شفر** و **شفر_م1**، والإجراء **اساسي**.

تقوم الوظيفة **شفر_م1** بإنجاز تشفير اولي لعدد طبيعي، وتقوم الوظيفة **شفر** بالتحكم في عملية التشفير، وترتكز الوظيفة **شفر** على عددين: العدد الذي يطلب تشفيره، وعدد يمثل مفتاح التشفير. اما الاجراء **اساسي**، فمهمته في هذا الخوارزم هو التفاعل مع المستعمل (او المستفيد من خدمة الخوارزم)،

فيقوم بطلب الرقم الذي يُراد تشفيره ثم بطلب المفتاح الذي سيُستعمل في التشفير، وللتشفير الفعلي، يطلب الإجراء **اساسي** خدمة الوظيفة **شفر**، التي بدورها تطلب اكثر من مرة خدمة الوظيفة **شفر_م1**.



الشكل 5: نتيجة تنفيذ المراحل الأولى من خوارزم النص 6

9 - 2 تقييم عبارة السطر 20

لكونها اول تعليمة في الإجراء **اساسي** ، ولكون الإجراء **اساسي** هو اول ما ينفذ من الخوارزم، تكون التعليمة **"مادام (صحيح)"** هي اول تعليمة تنفذ في الخوارزم.

نلاحظ ان عبارة التعليمة **"مادام"**، مكونة من القيمة المنطقية الثابتة **"صحيح"**، وكما سبق وان وضحنا ذلك في الفقرة 2، فإن قيمة ثابتة مكتوبة وحدها تمثل عبارة قائمة بذاتها، وهي عبارة بدون اي عملية، ونتيجة تقييم مثل هذه العبارة هي القيمة نفسها، اي القيمة **"صحيح"** في حالنا، ومعني هذا ان عبارة التعليمة **"مادام"** لن تأخذ ابد القيمة **"خطأ"**، مما يجعل انتهاء عملية التكرار مستحيلة عبر تقييم العبارة المتحكمة في التكرار، فهذا تكرار غير متناه، والتكرار الغير المتناه يجعل الخوارزم غير متناه، وهذا امر غير مرغوب فيه، فيجب لسبب او لآخر ان ينته الخوارزم.

في مثل هذه الكتابات يلجأ كاتب الخوارزم الى التعاطي مع الأسباب التي تنه التكرار داخل جسد تعليمة التكرار، فعندما يتحقق سبب انهاء التكرار، يستعمل واضع الخوارزم التعليمة **"غادر"** كما يظهر ذللك في السطرين 19 و 20 من النص 6، وكما قدمناه من قبل في الفصل 6 (اصناف التعليمات) فان التعليمة **"غادر"** تكسر التكرار وتنه فورا عملية التكرار لينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي تعليمة التكرار.

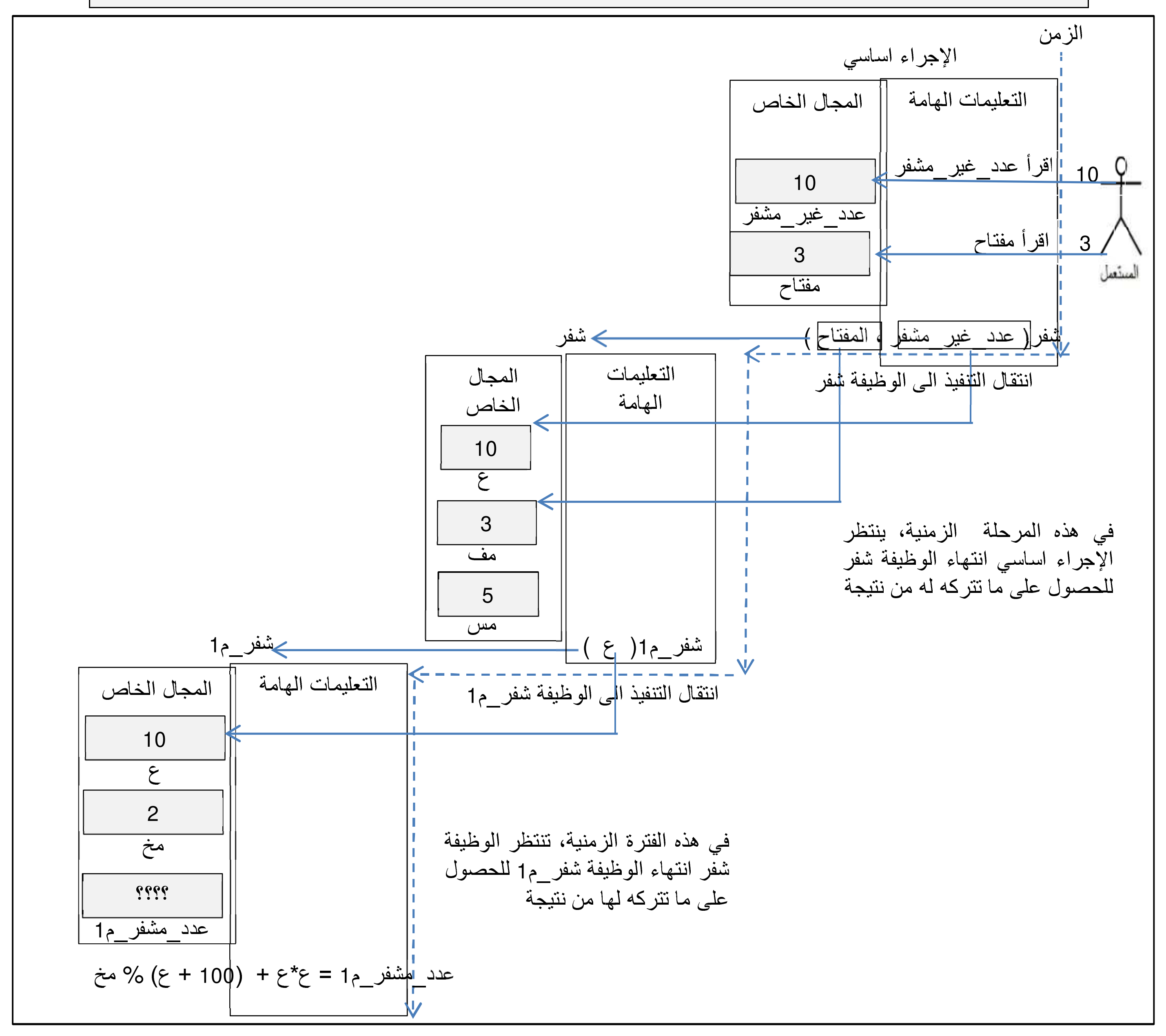
9 - 3 تقيم عبارة السطر 4

عبارة السطر 4، اي: **"عدد_مشفر_م1=ع*ع +(100+ع)%مخ"** ، تحتوي على اكثر من عملية، ولتبيان مراحل التقييم، نستعمل جدول التقييم والمتغيرات الظرفية، كما يظهر ذلك في الجدول 22.

تنبيه هام: تقييم عبارات فيها متغيرات ممثلة لمداخل خوارزم جزئي: في سياق تقييم اي عبارة مرتبطة بالمتغيرات الممثلة لمداخل خوارزم جزئي، يمكن ان نضع انفسنا في احدى الحالتين التاليتين:

- التعاطي مع لخوارزم الجزئي بعيدا عن اي خوارزم جزئي آخر او كلي،اي ان التعاطي معه يتم بشكل مستقل عن اي محيط، وهذه هي الحالة المستحسنة لتقييم عبارات الخوارزم الجزئي والخوارزم نفسه.
- التعاطي مع الخوارزم الجزئي في المحيط الذي فيه يستعمل، اي انه عنصر من عناصر خوارزم كلي، وهنا يمكن التعاطي معه في اطار سلوك فعلي للخوارزم الكلي.

في الحالتين، قبل بدأ التقييم، يجب ان تكون قيم المتغيرات الممثلة للمداخل معلومة، ففي الحالة الأولى، قبل بدأ التقييم نحدد قيم المداخل، فنختار لكل مدخل اي قيمة من بين القيم التي يمكن وضعها في المدخل، اما في الحالة الثانية، يمكن ان نأخذ القيم التي وصفت في المداخل على مستوى تعليمة من تعليمات طلب التشغيل، وهذه هي الحالة التي سنقيم فيها عبارة السطر 4 والعبارات الاخرى.



الشكل 6 : جانب من حركة تنفيذ فعلي للخوارزم

قبل تقييم عبارة السطر 4 (الشكل 6)

عبارة السطر 4، اي: **"عدد_مشفر_م1 =ع*ع+(100 + ع)%مخ"** موجودة في الوظيفة **"طبيعي شفر_م1(طبيعي ع)"**، وتحتوي على المتغيرة **"ع"** المرتبطة بالمدخل **"ع"**، وقبل انطلاق التقييم، نحدد اولا قيمة المتغيرة **"ع"**، وفي حالنا، لمعرفة قيمة المدخل **"ع"**، علينا ان نرى سلوك الخوارزم في حالة

من حالات استعماله الحقيقية (الشكل 6)، حتى نصل الى طلب تنفيذ الوظيفة، ومن هذا الطلب نستخرج القيم الحقيقية التي وضعت في المداخل.

حالة الاستعمال التي نتابع من خلالها سلوك الخوارزم ظاهرة في الشكل 6، ومراحل هذا السلوك كالتالي:

- يتحصل اولا الإجراء **اساسي**، على العدد الذي يريد تشفيره (السطر 18)، اي القيمة 10، وعلى مفتاح التشفير(السطر 23)، اي القيمة 3 (الشكل 5).
- ثم يقوم الإجراء **اساسي** بطلب تنفيذ الوظيفة **شفر**(السطر 24) ويضع في مداخلها القيم المتحصل عليها اي القيمة 10 التي توجد في المتغيرة "**عدد_غير_مشفر**" والقيمة 3 الموجودة في المتغيرة "**المفتاح**".
- ثم ينتقل التنفيذ الى الوظيفة "**شفر**"، فتلتقط من مداخلها القيمتين 10 و 3 لتوضع تباعا في المتغيرتين المحليتين "**ع**" و "**مفا**".
- تقوم الوظيفة "**شفر**" بتحريك الوظيفة "**شفر_م1**"، وتضع في مدخلها ما تحتويه المتغيرة "**ع**" اي 10.
- ينطلق تنفيذ الوظيفة "**شفر_م1**" وقد وضعت القيمة 10 في مدخلها المسمى "**ع**".

وهكذا قبل البدء في تقييم العبارة "**عدد_مشفر_م1=ع*ع + (100 + ع) % مخ**" (الجدول 22) تكون قيمة المتغيرة "**ع**" هي 10.

مراحل تقييم العبارة

- **المرحلة الأولى (السطر 1 من الجدول 22)،**
  - تنتخب عملية واحدة لأولويتها وهي عملية التقويس ()، ولكون العبارة داخل القوسين غير معقدة، لانحتاج الى جدول آخر لتقييم ما بداخل القوسين، فالقيمة هي جمع القيمة الثابتة 100 مع محتوى المتغيرة **ع**، اي 10، والنتيجة هي 110.

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	عدد_مشفر_م1 = ع*ع + (100 + ع) % مخ	()	100+ع	110	مظ1
2	عدد_مشفر_م1 = ع*ع + مظ1 % مخ	*	ع*ع	100	مظ2
3	عدد_مشفر_م1 = مظ2 + مظ1 % مخ	%	مظ1 % مخ	0	مظ3
4	عدد_مشفر_م1 = مظ2 + مظ3	+	مظ2 + مظ3	100	مظ4
5	عدد_مشفر_م1 = مظ4	=	عدد_مشفر_م1 = مظ4	100	عدد_مشفر_م1
النتيجة	عدد_مشفر_م1			100	عدد_مشفر_م1

جدول 22 : جدول تقييم العبارة عدد_مشفر_م1 = ع*ع + (100 + ع) % مخ

- **المرحلة الثانية (السطر 2 من الجدول 22)**

- نعيد كتابة العبارة الأصلية لنتحصل على صيغتها الثانية، وفيها لا تظهر الكتابة **(100 + ع)** بل تظهر المتغيرة الظرفية **مظ1**، اي ان الصيغة الثانية للعبارة الأصلية هي: **"عدد_مشفر_م1 = ع*ع + مظ1 % مخ"**
- تُرشح عمليتين لهما نفس الاولوية: عملية الضرب (*) وعملية بقية القسمة (%)
- حسب سلم الاولويات (الجدول 21) نرى جليا ان الاتجاه الذي يُتبع لانتخاب العملية التي يجب تنفيذها يبدأ من اليمين، فالعملية الموجودة في اقصى اليمين، اي عملية الضرب، هي التي تنتخب.
- تُقيم العبارة **ع*ع** التي تنتج القيمة 100 مخزنة في المتغيرة الظرفية **"مظ2"**.

- **المرحلة الثالثة (السطر 3 من الجدول 22)**
- نعيد كتابة العبارة الأصلية لنتحصل على صيغتها الثالثة، وفيها لا تظهر الكتابة **ع*ع** بل تظهر مكانها المتغيرة الظرفية **مظ2**، اي ان الصيغة الثالثة للعبارة الأصلية هي: **"عدد_مشفر_م1 = مظ2 + مظ1 % مخ"** .
- ترشح عملية واحدة هي بقية القسمة **(%**).
- تُقيم العبارة **"مظ1 % مخ"** التي تنتج القيمة 0 مخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ3**.

- **المرحلة الرابعة (السطر 4 من الجدول 22)**
- نعيد كتابة العبارة الأصلية لنتحصل على صيغتها الرابعة، وفيها لا تظهر الكتابة **"مظ1 % مخ"** بل تظهر مكانها المتغيرة الظرفية **مظ3**، اي ان الصيغة الرابعة للعبارة الأصلية هي: **"عدد_مشفر_م1 = مظ2 + مظ3"**.
- ترشح عملية واحدة هي عملية الجمع (+)
- تُقيم العبارة **مظ2 + مظ3** التي تنتج القيمة 100 مخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ4.**

- **المرحلة الخامسة (السطر 5 من الجدول 22)**
- نعيد كتابة العبارة الأصلية لنتحصل على صيغتها الخامسة، وفيها لا تظهر الكتابة **"مظ2+ مظ3"** بل تظهر المتغيرة الظرفية **مظ4** في مكانها، اي ان الصيغة الخامسة للعبارة الأصلية هي: **"عدد_مشفر_م1 = مظ4"**.
- اصبحت العبارة عبارة ذات عملية واحدة، فتقيم لتنتج القيمة 100 مخزنة في المتغيرة **"عدد_مشفر_م1"**.

- **المرحلة السادسة (السطر 6 من الجدول 22)**
- نعيد كتابة العبارة الأصلية لنتحصل على صيغتها السادسة، وفيها لا تظهر الكتابة **"عدد_مشفر_م1=مظ4"** بل تظهر مكانها النتيجة المتمثلة في المتغيرة

"**عدد_مشفر_م1**"، اي ان الصيغة السادسة للعبارة الأصلية هي: "**عدد_مشفر_م1**"، وهي عبارة دون اي عملية نعرف تقييمها.

- ينته التقييم بقيمة العبارة دون اي عملية، اي "**عدد_مشفر_م1**"، و قيمة التقييم هي القيمة 100 المخزنة في المتغيرة "**عدد_مشفر_م1**".

9 - 4 تقيم عبارة السطر 11(جدول 23)

توجد عبارة السطر 11 في الوظيفة "**طبيعي شفر(طبيعي ع ، مف)**" وهي كالتالي:

"**عم=مس+ شفر_م1(ع)*(مف + شفر_م1(ع+مس))*مف%مس*قوة(ع%4، ع%7)**"

وهذه العبارة مرتبطة بالمداخلين **ع** و **مف**، وهي ايضا عبارة معقدة.

> **تنبيه** : في حقيقة الأمر،لا يستحسن كتابة عبارات طويلة ومعقدة كعبارة السطر 11، وان كان لابد من ذلك يستحسن استعمال القوسين في حالة الشك في اولوية تنفيذ اي عملية.

في بداية تقييم عبارة السطر 11 ، ترشح اكثر من عملية للتنفيذ، وهي عمليات التقويس التالية:

- تقويس العبارة : "**مفت - شفر_م1(ع+مس)**" اي الكتابة "**(مفت - شفر_م1(ع+مس))**"
- التقويس الممثل لطلب تنفيذ الوظيفة **شفر_م1** اي الكتابة **شفر_م1(ع)**
- التقويس الممثل لطلب تنفيذ الوظيفة المعتادة **قوة** اي الكتابة **قوة(ع%4، ع%2)**

في سلم الأولويات (الجدول 21)، نلاحظ جليا انه في حالة ما اذا رشحت اكثر من عملية تقويس، فان الاتجاه الذي يجب ان يُختار هو من اليمين الى اليسار، وهكذا تنفذ اولا التعليمة "**شفر_م1(ع)**" ، ثم العملية "**(مفت - شفر_م1(ع+مس))**" واخيرا التعليمة "**قوة(ع%4، ع%2)**".

و نلفت النظر الى ما يلي:

- قيمة المتغيرة **ع** هي 10 وقيمة المتغيرة **مف** هي 3 (الشكل 6)،
- تنفيذ **شفر_م1(ع)** اي **شفر_م1(10)** يفضي الى نتيجة قيمتها 100،
- تنفيذ **شفر_م1(ع+مس)** اي **شفر_م1(15)** يفضي الى نتيجة قيمتها 226

> **تنبيه هام**:العملية **شفر_م1(ع+مس)** لم تنتخب في هذه المرحلة كونها موجودة داخل عملية التقويس **(مف + شفر_م1(ع+مس))** وسوف يأتي دور تقييمها عند الشروع في تقييم التقويس،وتكون اولى من عملية الجمع +.
>
> عندما تنفذ عملية طلب تشعيل وظيفة، يقوم المنفذ اولا بتقييم العبارات الموجودة في المنافذ بين قوسين، وعند الانتهاء من التقييم يضع القيم في المنافذ الممثلة بمغيرات محلية في الوظيفة، فمثلا عند تقييم "**قوة(ع%4، ع%7)**"،تقُيم اولا العبارة **ع%4** ثم العبارة **ع%7** قبل الشروع في تنفيد الوظيفة **قوة**،

وعند تقييم "**شفر_م1(ع+مس)**"، تقيم اولا العبارة "**ع+مس**" قبل الشروع في تنفيد الوظيفة "**شفر_م1**" ويمكن ان نجد في التقويس الممثل لطلب التنفيذ عبارات معقدة جدا.

مرح.	العبارة قيد التقييم	المنتخبة	العبارة المنتخبة	القيمة	الوعاء
1	عم = مس + شفر_م1(ع)*(مف +شفر_م1(ع+مس))* مف%مس*قوة(ع%4، ع%7)	()	شفر_م1(ع)	100	مظ1
2	عم = مس + مظ1*(مف + شفر_م1(ع+مس))* مف%مس*قوة(ع%4، ع%7) ؛	()	مف + شفر_م1(ع+مس)	229	مظ2
3	عم = مس + مظ1*مظ2* مف%مس*قوة(ع%4، ع%7) ؛	()	قوة(ع%4، ع%7) أي قوة(2، 3)	8	مظ3
4	عم = مس + مظ1*مظ2*مف%مس*مظ3؛	*	مظ1*مظ2	22900	مظ4
5	عم = مس + مظ4*مف%مس*مظ3؛	*	مظ4*مف	68700	مظ5
6	عم = مس + مظ5 % مس*مظ3؛	%	مظ5 % مس	0	مظ6
7	عم = مس + مظ6 *مظ3؛	*	مظ6 *مظ3؛	0	مظ7
8	عم = مس + مظ7؛	+	مس + مظ7	5	مظ8
9	عم = مظ8؛	=	عم = مظ8	5	عم
	5				عم

جدول 23 : تقييم العبارة عم = مس + شفر_م1(ع)*(مف +شفر_م1(ع+مس))* مف%مس*قوة(ع%4، ع%7)

9 -5 تقييم عبارة السطر 24

توجد عبارة السطر 24، اي: "**عدد_مشفر=شفر(عدد_غير_مشفر،المفتاح)**" في الإجراء "**اساسي**"، وهي ليست مرتبطة بأي مدخل من مداخل "**اساسي**" (الإجراء اساسي ليس له منافذ)، وكما يظهر جليا في النص، فان النتيجة التي ترجعها الوظيفة "**شفر**" هي نتيجة تقييم عبارة السطر 11، وقد قيمت هذه العبارة بناءا على القيم 10 و 3 الموجودتان على التوالي في المتغيرتان **عدد_غير_مشفر** و**المفتاح**، ومن خلال تقييم العبارة 11 على اساس القيم 10 و 3 ترجع الوظيفة شفر القيمة 8 في متغيرة ظرفية، نسميها مثلا **مظ10**، فتصبح الصيغة الأصلية للعبارة و هي"**عدد_مشفر=شفر(عدد_غير_مشفر، المفتاح)**" على صيغتها الثانية وهي:"**عدد_مشفر=مظ10**"، وفي النهاية تستقر القيمة 8 في المتغيرة "**عدد_مشفر**" وهي قيمة تقييم العبارة الأصلية.

تقييم عبارة السطر 25 (الجدول 24)

في السطر 25 نجد التعليمة "**اكتب("شفرة الرقم** "+ **عدد_غير_مشفر "هي:"** + **عدد_مشفر)**، والتعليمة اكتب في حقيقتها اجراء من الإجراءات المعتادة، ولها مدخل وحيد يجب ان يكون سلسلة من الحروف، وهكذا ان وضعت اي عبارة في مدخلها تُحول آليا قيمة هذه العبارة الى سلسلة من الحروف، فقبل ان تنفذ التعليمة اكتب، يقوم المنفذ اولا بتقييم العبارة التي وضعت في المدخل:

- فان كانت نتيجة التقييم سلسلة من الحروف ترسل السلسلة الى الشاشة.

- اما ان كانت نتيجة التقييم من نمط غير نمط سلسلة الحروف، تحول النتيجة الى سلسلة من الحروف ثم ترسل بعد ذلك الى الشاشة.

في السطر 25، تقُييم اولا العبارة **"شفرة الرقم "+عدد_غير_مشفر+"هي:"** + **عدد_مشفر** ويتم هذا حسب المراحل التالية الظاهرة في الجدول 24.

- **المرحلة الأولى (السطر 1 من الجدول 24):** تبرز للمنفذ اكثر من عملية جمع + مرشحة للتنفيذ، والاتجاه المنصوص عليه في جدول سلم الأولويات (الجدول 21) هو اليمين، وهكذا تكون اول عملية تنفذ هي: **"شفرة الرقم "+ عدد_غير_مشفر**
- في العبارة **"شفرة الرقم "+ عدد_غير_مشفر**، نرى ان احد المعاملين هو سلسلة من الحروف، فعملية الجمع + هنا هي عملية جمع لسلاسل الحروف (او ربطها) وليست عملية الجمع بين عددين، وفي هذه الحالة تحول اولا القيمة الموجودة في المتغيرة **"عدد_غير_مشفر"** الى سلسلة ثم تربط مع السلسلة **"شفرة الرقم "**، فنتحصل على السلسلة **"شفرة الرقم 10"** مخبئة في المتغيرة الظرفية **مظ1**.
- **المرحلة الثانية (السطر 2 من الجدول 24):** تكتب الصيغة الثانية للعبارة الأصلية التي تعوض فيها الكتابة **"شفرة الرقم " + عدد_غير_مشفر** بالمتغيرة الظرفية **مظ1**، فنتحصل على الصيغة: **مظ1 + "هي:"** + **عدد_مشفر.**
- **استنادا الى سلم الأولويات** (الجدول 21) تنتخب العبارة **مظ1 + "هي:"** للتقييم، وفي هذه العبارة نرى ان معاملي عملية الجمع + **سلسلتين** من الحروف، فنتيجة التقييم هي الصاق السلسلتين: السلسلة **"شفرة الرقم 10 هي"** المخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ2** والساسلة **"هي"**.
- **المرحلة الثالثة (السطر 3 من الجدول 24):** تصبح **مظ2** + **عدد_مشفر** هي الصيغة الثالثة للعبارة الأصلية، وبما ان احد المعاملين هو سلسلة من الحروف، فعملية الجمع + هي عملية ربط سلاسل الحروف، فتحول اولا القيمة الطبيعية الموجودة في المتغيرة **"عدد_مشفر"** الى سلسلة من الحروف لترُبط بعدها مع السلسلة المخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ3**، فتصبح نتيجة التقييم هي: **"شفرة الرقم 10 هي 5"**

عند انتهاء التقييم، تكون النتيجة في المتغيرة الظرفية **مظ3**، وبما ان المنفذ ما زال في اطار تنفيذ التعليمة **اكتب** التي فيها تم التقييم، فان المتغيرة الظرفية تكون متوفرة لتستعملها التعليمة اكتب، فترسل السلسلة التي تحتويها المتغيرة الظرفية **مظ3** الى الشاشة (الالشكل 7).

مرحلة	العبارة قيد التقييم	المنتخبة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	"شفرة الرقم " + عدد_غير_مشفر + "هي:" + عدد_مشفر	+	"شفرة الرقم " + عدد_غير_مشفر	"شفرة الرقم 10"	مظ1

2	مظ1 + "هي:" + عدد_مشفر	+	مظ1 + "هي:"	"شفرة الرقم 10 هي"	مظ2
3	مظ2 + عدد_مشفر	+	مظ2 + عدد_مشفر	"شفرة الرقم 10 هي 5'	مظ3
النتيجة	"شفرة الرقم 10 هي 5'				مظ3

جدول 24 : تقييم العبارة "شفرة الرقم " + عدد_غير_مشفر + "هي:" + عدد_مشفر

```
ادخل عددا طبيعيا تريد تشفيره او العدد 0 ان لم ترد
10
ادخل عدد طبيعي يمثل مفتاح التشفير
3
شفرة الرقم 10 هي 5
```

الشكل 7: نتيجة تنفيذ خوارزم النص 6

الفصل الثالث عشر:

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمات الشرطية المنطقية

1 - مقدمة

اغلب التعليمات تظهر اما على شكل عبارة يجب تقييمها او طلب تشغيل اجراء ما، وننبه هنا ان طلب تشغيل وظيفة يعتبر عبارة كما اوردناه في الفصل السابق، وكل هذه التعليمات ذات طابع تسلسلي، اي ان آلية التنفيذ، بمجرد الانتهاء من تنفيذ تعليمة تسلسلية، تنتقل الى التعليمة التي تليها في الكتابة.

في واقع الأمر، المنطق الذي تبُني عليه أغلب الخوارزميات، ليس بمنطق يتعاطى مع حالة واحدة تجعل تسلسل بعض التعليمات كافية لاستيعابه، بل منطق يتعاطى مع مختلف الحالات، و مهيئ للتكيف معها، وهكذا لتمكين واضع الخوارزم من وصف مختلف الحالات والتحكم في الشروط التي يجب ان تتوفر في كل حالة حتى يتمكن الخوارزم من التعاطى معها، ادخلت في لغات وصف الخوارزميات ولغات البرمجة ما يطلق عليه **بتعليمات التحكم في مسارات تنفيذ الخوارزميات**، او بإيجاز تعليمات التحكم، وتنقسم تعليمات التحكم الى ثلاثة اقسام اساسية:

- **التعليمات الشرطية المنطقية**، وتسمى ايضا بتعليمات **اذكان**، وتكتب على عدة اشكال.
- **التعليمات الشرطية الرقمية**، او تعليمات التحويل اوالمحولات، وهي في حقيقتها تركيب خاص ومحدد لعدد من التعليمات الشرطية المنطقية.
- **تعليمات التكرار**،

2 - التعليمات الشرطية المنطقية : الشكل الأول

الشكل الأول للتعليمة الشرطية المنطقية يحتوي على الأجزاء التالية (النص 1):

- رأس يحتوي على عبارة منطقية.
- جسد، يحتوي على كتلتين:
  - o الكتلة الأولى التي تلي مباشرة الرأس، و نسميها **كتلة صحيح** او **كتلة نعم.**
  - o الكتلة الثانية التي تلي مباشرة الكتلة صحيح، ونسميها **كتلة خطأ** او **كتلة لا.**

```
اذكان ( عبارة منطقية ) {
    /* كتلة صحيح */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
}
والا {
    /* كتلة خطأ */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة خاطئة */
}
```

النص 1: الشكل الأول للتعليمة الشرطية المنطقية

في هذا الشكل يُ كتب الخيارين في جسد التعليمة، ويمكن تنفيذ خيار واحد فقط ثم مغادرة التعليمة **"اذكان"** الى التعليمة التي تليها، اي تلك التي تأتي مباشرة بعد جسد **"اذكان"** (اي بعد **كتلة لا**).

2 - 1 سلوك التعليمة الشرطية المنطقية في شكلها الأول

تبدأ التعليمة بتقييم العبارة المنطقية الموجودة بين القوسين في رأس التعليمة الشرطية المنطقية، ويمكن ان تكون العبارة سهلة جدا كما يمكن ان تكون معقدة، و يجب ان يفضي تقييم عبارة "**اذكان**" الى **نتيجة منطقية**، اي الى احدى القيم التالية: **صحيح** او **خطأ**، فإذا افضى التقييم الى قيمة غير منطقية، تكون كتابة التعليمة **اذكان** خاطئة يجب تصحيحها، فلا يمكن تنفيذ تعليمة **اذكان** فتتوقف آلية التنفيذ فورا.

اذا افضى التقييم الى نتيجة **صحيح**يُ شرع في تنفيذ تعليمات **كتلة صحيح**، وعند انتهاء تنفيذ تعليمات **كتلة صحيح**، ينته تنفيذ التعليمة الشرطية، وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد التعليمة الشرطية المنطقية.

اما اذا افضى التقييم الى نتيجة **خطأ**، يشرع في تنفيذ تعليمات **كتلة خطأ**، وعند انتهاء تنفيذ تعليمات **كتلة خطأ**، ينته تنفيذ التعليمة الشرطية، وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد التعليمة الشرطية المنطقية.

2 – 2 امثلة توضيحية قصيرة

المثال الأول: في النص 2 الذي يظهر بعض الأسطر من خوارزم ما، تقيم اولا العبارة "**باء==الف**"، اي هل محتوى المتغيرة **باء** يساوي محتوى المتغيرة **الف**، والجواب: **خطأ**، وفي هذه الحالة تنفذ الكتلة **خطأ**، وبعد انهاء تنفيذ ما في الخيار **الخطأ**، ينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد **اذكان** اي التعليمة "**باء=الف*3**".

```
طبيعي الف = 130، باء = 50، جيم
اذكان ( باء == الف ) {
    /* كتلة صحيح */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
    جيم = الف + باء
}
والا {
    /* كتلة خطأ */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة خاطئة */
    جيم = الف*باء
} // نهاية جسد تعليمة اذكان ( باء == الف )
باء = الف*3
```

النص 2 : المثال القصير الأول

المثال الثاني: في النص 3، يحتوي رأس التعليمة **اذكان** على العبارة المعقدة

(الف = باء + الف + 5) > (باء*2 – س)،

و تقييمها يفضي الى النتيجة **صحيح** حسب ما يظهره الجدول 1، وبناء على هذه النتيجة فان تعليمات الكتلة **صحيح** هي التي ستنفذ، وعند انتهاء تنفيذ تعليمات الكتلة **صحيح** ينته تنفيذ التعليمة **اذكان** وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد **اذكان**، اي التعليمة **س= ب*4**.

```
طبيعي الف = 10، باء = 50، س= 70،
اذكان ( (الف = باء + الف + 5) > (باء*2 – س) ) {
    /* كتلة صحيح */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
    الف = 18،
}
والا {
    /* كتلة خطأ */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة خاطئة */
    الف = س+ باء
} // نهاية جسد التعليمة اذاكان...
س= باء *4،
```

النص 3 : المثال القصير الثاني

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المنتخبة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	**(الف = باء + الف + 5) > (باء*2 – س)**	( )	**الف = باء + الف + 5**	65	الف
2	**الف > (باء*2 – س)**	( )	**باء*2 – س**	30	مظ1
3	**الف > مظ1**	>	**الف > مظ1**	صحيح	مظ2
النتيجة	**صحيح**				**مظ2**

جدول 1: تقييم العبارة (الف = باء + الف + 5) < (باء*2 – س)

```
طبيعي س = 3، ع = 1،
اذكان ( س*2 + قوة(س، 2) > قوة (ع+2، 3) ) {
    /* كتلة صحيح */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
    س = 15،
}
والا {
    /* كتلة خطأ */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة خاطئة */
    س = 120،
}
ع = قوة(س، 4) + س*2،
```

النص 4 : المثال الثالث

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	**س*2 + قوة(س، 2) > قوة (ع+2، 3)**	( )	**قوة(س، 2)**	9	مظ1
2	**س*2 + مظ1 > قوة (ع+2، 3)**	( )	**قوة (ع+2، 3)**	27	مظ2
3	**س*2 + مظ1 > مظ2**	*	**س*2**	6	مظ3
4	**مظ3 + مظ1 > مظ2**	+	**مظ3 + مظ1**	15	مظ4
5	**مظ4 > مظ2**	>	**مظ4 > مظ2**	صحيح	مظ5
النتيجة	**صحيح**				**مظ5**

جدول 2 : تقييم العبارة المعقدة س*2 + قوة(س، 2) < قوة (ع+2، 3)

المثال الثالث: في النص 4 يحتوي رأس التعليمة **اذكان** على العبارة المعقدة:

س*2 + قوة(س، 2)< قوة (ع+2، 3)،

ونلاحظ في هذه العبارة استعمال الوظيفة الشائعة والمعتادة **"قوة"**، و تقييم العبارة يفضي الى نتيجة قيمتها **صحيح** حسب ما يظهره الجدول 2، وبناء على هذه النتيجة فان تعليمات **الكتلة صحيح** هي التي ستنفذ، وعند انتهاء تنفيذ تعليمات **الكتلة صحيح** ينته تنفيذ التعليمة **اذكان** وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد **اذكان**، اي التعليمة **"ع= قوة(س، 4) + س*2"**.

```
طبيعي ع = 10، م = 3،
اذكان ( شفر(ع، م)*250 < قوة (ع، م) ) {
    /* كتلة صحيح */
    م = 45،
}
والا {
    /* كتلة خطأ */
    م = 24،
}
ع = قوة(س، 4) + س*2،
```

النص 5 : المثال الرابع

المثال الرابع: في النص 5، يحتوي رأس التعليمة **اذكان** على العبارة المعقدة

شفر(ع، م)*25 > قوة (ع، م)،

ونلاحظ في هذه العبارة استعمال الوظيفة الشائعة والمعتادة **قوة** والوظيفة **شفر** التي قمنا بإنجازها في الفصل الثاني عشر، وننبه ان الوظيفة **شفر** ترجع القيمة 8 اذا اعطيت على التوالي القيم 10 و 3، ويفضي تقييم العبارة **"شفر(ع، م)*25 > قوة (ع، م)"**، الى نتيجة **صحيح** حسب ما يظهره الجدول 3، وبناء على هذه النتيجة فان تعليمات **الكتلة صحيح** هي التي ستنفذ، وعند انتهاء تنفيذ تعليمات **الكتلة**

صحيح ينته تنفيذ التعليمة **اذكان** وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد **اذكان**، اي التعليمة **"ع= قوة(س، 4) + س*2"**.

مرحلة	العبارة قيد التقييم	المنتخبة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	شفر(ع، م)*250 < قوة(ع، م)	( )	شفر(ع، م)	8	مظ1
2	مظ1 *250 < قوة(ع، م)	( )	قوة(ع، م)	1000	مظ2
3	مظ1 *250 < مظ2	*	مظ1 *250	2000	مظ3
4	مظ3 < مظ2	<	مظ3 < مظ2	خطأ	مظ4
	خطأ				مظ4

جدول 3 : تقييم العبارة شفر(ع، م)*250 < قوة(ع، م)

المثال الخامس: في النص 6، يحتوي رأس التعليمة **اذكان** على العبارة البسيطة **6 < 2**، وتقييم مثل هكذا عبارة يفضي دائما الى النتيجة **خطأ**، اذ لا تحتوي العبارة على اي متغيرة او وظيفة يمكن ان تلعب دورا في تغيير النتيجة، وفي مثل هذه الحالة لن تنفذ ابدا تعليمات الكتلة المرتبطة بالقيمة **صحيح**، وهكذا يكون هذا النص مساويا تماما للنص الذي يحتو فقط على التعليمات الموجودة في الكتلة المرتبطة بالقيمة خطأ (النص 7).

```
طبيعي س = 10، ع = 20، ق
اذكان ( 6 < 2 ) }
    /* كتلة صحيح */
    ق = ع + س*20
{
والا }
    /* كتلة خطأ */
    ق = 2*ع + س
    س = 45*ق –ع،
{
```

النص 6 : المثال الخامس

```
ق = 2*ع + س
س = 45*ق –ع،
```

النص 7 : مفعول هذا النص يساوي تماما مفعول النص 6

المثال السادس: في النص 8، يحتوي رأس التعليمة **اذكان** على العبارة البسيطة الممثلة بالقيمة المنطقية الثابتة **صحيح**، وتقييم مثل هكذا عبارة يفضي دائما الى النتيجة **صحيح**، اذ لا تحتوي العبارة على اي متغيرة او وظيفة يمكن ان تلعب دورا في تغيير النتيجة، وفي مثل هذه الحالة لن تنفذ ابدا تعليمات الكتلة المرتبطة بالقيمة **خطأ**، و هكذا يكون النص 8 مساويا تماما لما في النص 9 الذي يحتو فقط على التعليمات الموجودة في الكتلة المرتبطة بالقيمة صحيح.

```
طبيعي س = 10، ع = 20، ق
اذكان (صحيح) }
    /* كتلة صحيح */
    ق = ع + س*20 ،
    ع = قوة(2، س)،
    س = 5،
{
والا }
    /* كتلة خطأ */
    ق = 2*ع + س
    س = 45*ق –ع،
{
```

النص 8 : المثال السادس

```
ق = ع + س*20 ،
ع = قوة(2، س)،
س = 5،
```

النص 9 : مفعول هذا النص يساوي تماما مفعول النص 8

```
طبيعي س = 10، ع = 20، ق
اذكان (6 > 2 || صحيح) }
    /* كتلة صحيح */
    ق = ع + س*20 ،
    ع = قوة(2، س)،
    س = 5،
{
والا }
    /* كتلة خطأ */
    ق = 2*ع + س
    س = 45*ق –ع،
{
```

النص 10 : المثال السا بع

```
ق = ع + س*20 ،
ع = قوة(2، س)،
س = 5،
```

النص 11 : مفعول هذا النص يساوي تماما مفعول النص 10

المثال السابع: في النص 10 يحتوي رأس التعليمة **اذكان** على العبارة **6 < 2 || صحيح** ، و هي عبارة خالية من اي متغيرة او طلب تنفيذ وظيفة، فهي مبنية فقط على القيم الثابتة، وتكون بذلك النتيجة واحدة، ونلاحظ في هذه العبارة استعمال العملية المنطقية الممثلة **للتخيير** و رمزها || ، وحسب الجدول 4 تفضي هذه العبارة الى النتيجة **صحيح**، وفي مثل هذه الحالة لن تنفذ ابدا تعليمات الكتلة المرتبطة بالقيمة **خطأ**، وهكذا يكون النص 10 مساويا تماما لما في النص 11 الذي يحتوي فقط على التعليمات الموجودة في الكتلة المرتبطة بالقيمة **صحيح.**

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المنتخبة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	**6 < 2 || صحيح**	<	**6 < 2**	خطأ	مظ1
2	**مظ1 || صحيح**	||	**مظ1 || صحيح**	**صحيح**	مظ2
	صحيح				مظ2

جدول 4 : تقييم العبارة > 2 || صحيح

المثال الثامن: يحتوي رأس التعليمة **اذكان** (النص 12) على العبارة البسيطة المعقدة **6 < 2 && صحيح** ، وهي عبارة خالية من اي متغيرة او طلب تنفيذ وظيفة، فهي مبنية فقط على القيم الثابتة، وتكون بذلك النتيجة ثابة واحدة، ونلاحظ في هذه العبارة استعمال العملية المنطقية الممثلة للعطف ورمزها **&&** ، وحسب جدول التقييم تفضي هذه العبارة دائما الى النتيجة **خطأ**، وفي مثل هذه الحالة لن تنفذ ابد تعليمات الكتلة المرتبطة بالقيمة **صحيح**، وهكذا يكون هذا النص مساويا تماما للنص الذي يحتو فقط على التعليمات الموجودة في الكتلة المرتبطة بالقيمة **خطأ** .

```
طبيعي س = 10، ع = 20، ق
اذكان ( 6 < 2 && خطأ) }
    /* كتلة صحيح */
    ق = ع + س*20 ،
    ع = قوة(2، س)،
    س = 5،
{
والا }
    /* كتلة خطأ */
    ق = 2*ع + س
    س = 45*ق –ع،
{
```

النص 12 : المثال الثامن

مرحلة	العبارة قيد التقييم	المنتخبة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	**6 < 2 && خطأ**	<	**6 < 2**	**صحيح**	مظ1
2	**مظ1 && خطأ**	**&&**	**مظ1 && خطأ**	**خطأ**	مظ2
	خطأ				مظ2

جدول 5 : تقييم العبارة 6 < 2 && خطأ

المثال التاسع: في هذا المثال (النص 13) نستعمل في العبارة المتغيرة **الف** التي لا تحتوي على قيمة معلومة لكون التصريح بها تم بدون قيمة اولية، فهي لا تصلح اذا استعملت في عبارة يتم فيها الحساب على اساسها.

في هذا المثال، و نتيجة لكيفية تقييم العبارة، توضع في المتغيرة **الف** قيمة معلومة قبل استعمالها في عبارة اخرى، ففي هذا المثال يبدأ التقييم بالعبارة المقوسة في اقصى اليمين اي **(الف=باء+س)** التي تنتج القيمة 12 وتخزنها في المتغيرة **الف**، ونلفت النظر الى ان مثل هذه الكتابات خطيرة وغير مستحسنة في حقيقة الأمر.

يفضي تقييم العبارة **(الف=باء+س) > (الف*2– س)** الى النتيجة **خطأ**، حيث ان القيمة 12 اقل من القيمة 22 (الجدول 6)، و بهذا تنفذ تعليمات **الكتلة خطأ** بعد هذا التقييم.

```
طبيعي الف ،  باء = 10، س= 2،
اذكان ( (الف=باء+س) > (الف*2– س) ) }
    /* كتلة صحيح  */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
{
والا  }
    /* كتلة خطأ  */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة خاطئة */
{
```

النص 13 : المثال التاسع

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	**(الف = باء+ س) > (الف*2 – س)**	( )	**الف = باء+س**	12	الف
2	**الف > (الف*2 – س)**	( )	**الف *2 – س**	22	مظ1
3	**الف > مظ1**	>	**الف > مظ1**	**خطأ**	مظ2
	خطأ				مظ2

جدول 6 : تقييم العبارة (الف = باء+ س) < (الف*2 – س)

المثال العاشر: في هذا المثال يحدث عكس ما حدث في المثال التاسع، اذ نستعمل المتغيرة **الف** التي لا تحتوي على قيمة معلومة، لكون التصريح بها تم دون قيمة اولية، في العبارة **(الف*4+س)>(الف=باء+س)** ، فهي لا تصلح في عبارة يتم من خلالها حساب قيمة ما.

وبما ان تقييم التقويس يبدأ من اليمين (الجدول 7) فان محتوى المتغيرة الف يدخل في حساب القيمة التي تنتجها العبارة **الف*4 + س**، و لكون محتوى **الف** غير معلوم فان نتيجة تقييم **الف*4 + س** تكون غير معلومة ومخزنة في المتغيرة الظرفية **مظ1**، ونتيجة لهذه الحالة في محتوى المتغيرة **الف**، ستكون نتيجة مقارنة قيمة مجهولة (اي ما تحتويه **مظ1**) بقيمة معلومة (ما تحتويه **الف** بعد تقييم العبارة **(الف=باء+س)** مجهولة، فلا يمكننا في هذه الحالة معرفة الكتلة التي ستنفذ بعد تقييم العبارة **(الف*4 + س) > (الف= باء + س)**، فيمكن ان تنفذ الكتلة **صحيح** كما يمكن ان تنفذ كتلة **خطأ**، وهذا امر جد خطير في عالم الخوارزميات والبرامج ومصدر كبير للأخطاء يصعب ايجاده اذا ورد في خوارزم ضخم.

```
طبيعي الف، باء = 50، س= 2،
اذكان ( (الف*4 + س) > (الف= باء + س) ) {
    /* كتلة صحيح */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
}
والا {
    /* كتلة خطأ */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة خاطئة */
}
```

النص 14 : المثال العاشر

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المنتخبة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	**(الف*4 + س) > (الف= باء + س)**	( )	**الف*4 + س**	؟؟؟	مظ1
2	**مظ1 > (الف= باء + س)**	( )	**الف= باء + س**	52	الف
3	**مظ1 > الف**	**>**	**مظ1 > الف**	؟؟؟؟	مظ2
النتيجة	؟؟؟؟				**مظ2**

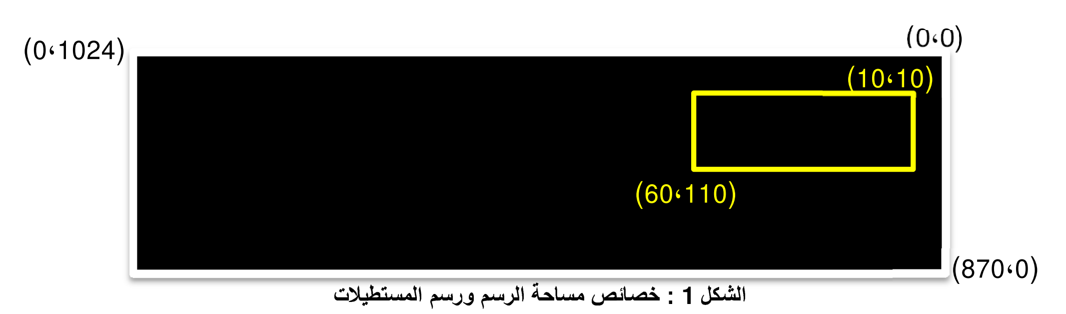
جدول 7: تقييم العبارة الف*4 + س) < (الف= باء + س

2 – 3 مثال توضيحي طويل: خوارزم رسم اربع مستطيلات

في هذا المثال ننجز خوارزما هدفه رسم اربع مستطيلات، ولجعل هذا الخوارزم قادر على الرسم، نستعمل الإجراءات المعتادة في عالم خوارزميات الرسم وهي على التالية:

- **اجراء ارسم_مستطيل(طبيعي س، ع، العرض، العلو):** يقوم برسم مستطيل على الشاشة مستعملا احداثيات طبيعية فقط، و تمثل (0،0) احداثية نقطة الزاوية في اعلى واقصى يمين الشاشة كما يظهر ذلك في الشكل 1، والتعليمة **ارسم_مستطيل (10، 10، 100، 50)** ترسم مستطيلا انطلاقا من الإحداثية (10،10) و هي احداثية النقطة في اعلى واقصى يمين المستطيل كما

يظهر في الشكل 1، والرسم يتم بلون قد اختير من قبل، وبما ان العرض هو 100 والعلو 50، تكون احداثية النقطة في أسفل واقصى يسار المستطيل هي (110، 60)



الشكل 1 : خصائص مساحة الرسم ورسم المستطيلات

اجراء حدد_اللون (طبيعي اللون) : يقوم هذا الإجراء بتحديد اللون الذي سوف يستعمل في الرسم، ولتحديد اللون نستعمل القيم الطبيعية الظاهر في الجدول 8. فمثلا اذا نُفذت تعليمات النص 15 نتحصل على الرسم الظاهر في الشكل 2.

قيمة اللون	اللون
0	ابيض
1	اخضر
2	اصفر
3	احمر
4	ازرق
5	اسود

جدول 8 : قيم الألوان المستعملة في المثال الحادي عشر

```
اجراء رسم_صغير () }
    حدد_اللون(1)
    ارسم مستطيل(100، 100، 50، 30)
    ارسم مستطيل(120، 120 ، 50، 30)
    حدد_اللون(3)
    ارسم مستطيل(130، 130، 50، 30)
    حدد_اللون(2)
    ارسم مستطيل(140، 140، 50، 30)
{
```

النص 15 : كيفية استعمال تعليمات الرسم

(0،0)
(100،100)
(170،190)

الشكل 2 : نتيجة تنفيذ الإجراء النص 15

2 – 3 – 1 النسخة الأولى لخوارزم رسم اربع مستطيلات

يقوم خوارزم **رسم_4_مستطيلات** الممثل بعنصر واحد هو الإجراء **اساسي**، برسم 4 مستطيلات (الشكل 3)، مستعملا اللون الأصفر (ممثلا بالقيمة 2) و اللون الأحمر (ممثلا بالقيمة 3)، ويَلُفُ المستطيلُ الثاني المستطيلَ الأول والثالثُ يلف الثاني والأول والرابع يلفُ هم كلهم.

```
خوارزم رسم_4_مستطيلات {
    اجراء  اساسي () {
        /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
        طبيعي لون؛
        /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختارهالمستعمل  لرسم المستطيل المركزي */
        اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
        اكتب " للرسم باللون الأصفر ادخل 1 '
        اكتب " للرسم باللون الأحمر ادخل اي رقم  '
        اقرأ لون ؛
        /*رسم المستطيل المركزي */
        اذكان (لون == 1) {
            حدد_اللون(2)  // 2 هو رقم اللون الأصفر في جدول الألوان (جدول 8)
            ارسم مستطيل(100، 100، 20، 10)
        }
        والا  {
            حدد_اللون(3) // 3 هو رقم اللون الأحمر في جدول الألوان (جدول 8)
            ارسم مستطيل(100، 100، 20، 10)
        }
    /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
    اذكان (لون == 1) {
            حدد_اللون(3) // 3 هو رقم اللون الأحمر في جدول الألوان (جدول 8)
            ارسم مستطيل(90، 90، 40، 30)
            ارسم مستطيل(80، 80، 60، 50)
            ارسم مستطيل(70، 70، 80، 70)
        }
        والا  {
            حدد_اللون(2)  // // 2 هو رقم اللون الأصفر في جدول الألوان (جدول 8)
            ارسم مستطيل(90، 90، 40، 30)
            ارسم مستطيل(80، 80، 60، 50)
            ارسم مستطيل(70، 70، 80، 70)
        }
    }
} // نهاية خوارزم رسم_4_مستطيلات
```

النص 16 : خوارزم رسم اربع مستطيلات

في البداية يطلب الخوارزم من المستعمل افادته باللون الذي يريد ان يكون عليه المستطيل الأول و نسميه ايضا المستطيل المركزي، ولتمكينه من ذلك، يطلب الخوارزم ادخال قيمة طبيعية ما:

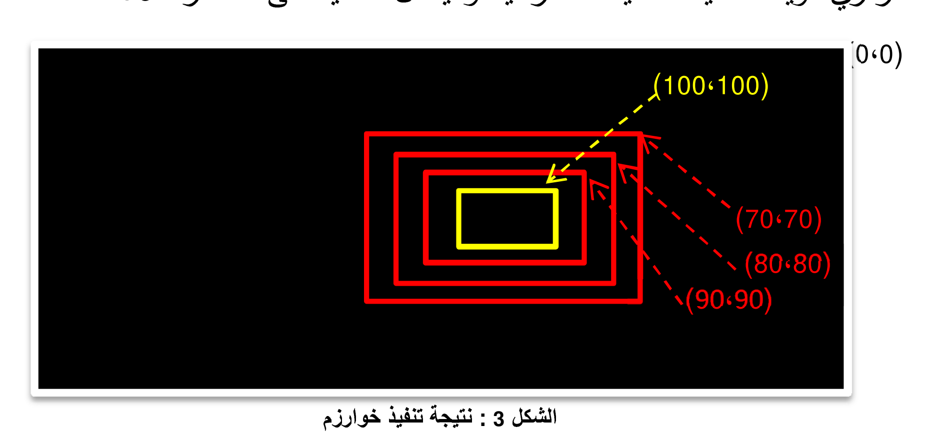
- فإذا اراد المستعمل مستطيلا مركزيا اصفرا عليه بإدخال القيمة 1.

- واذا ادخل المستعمل رقما غير الرقم 1، فمعنى هذا ان المستعمل يريد مستطيلا مركزيا احمرا.

واذا رسم المستطيل المركزي بلون ما، يكون رسم باق المستطيلات باللون الآخر.

ويستعمل هذا الخوارزم (النص 16) الصيغة الأولى للتعليمة الشرطية المنطقية مرتين:

- **المرة الأولى من السطر 10 الى** السطر 17 (النص 16): في هذه الأسطر يرسم الخوارزم المستطيل المركزي باللون الذي اختاره المستعمل، ويحدد الخوارزم اللون بعد معرفة محتوى المتغيرة **لون** التي شحنت بالقيمة التي ادخلها المستعمل.
  - فإذا كانت قيمة العبارة المنطقية **(لون==1)** هي القيمة **صحيح**، تنفذ **كتلة صحيح**، وفي هذه الكتلة يختار المنفذ اللون 2، اي الأصفر حسب الجدول 8، ثم يرسم المستطيل المركزي، وينته تنفيذ التعليمة الشرطية وينتقل التنفيذ الى السطر 19.
  - اما اذا كانت قيمة العبارة المنطقية **(لون==1)** هي القيمة **خطأ**، تنفذ **كتلة خطأ**، وفي هذه الكتلة يختار المنفذ اللون 3، اي الأحمر حسب الجدول 8، ثم يرسم المستطيل المركزي، وينته تنفيذ التعليمة الشرطية و ينتقل التنفيذ الى السطر 19.



الشكل 3 : نتيجة تنفيذ خوارزم

- **المرة الثانية من السطر 19 الى السطر 30** (النص 16): في هذه الأسطر يرسم الخوارزم المستطيلات الخارجية باللون المخالف للون المستطيل المركزي، وفي هذه المرة ايضا يحدد الخوارزم اللون بعد معرفة محتوى المتغيرة **لون** التي شحنت بالقيمة التي ادخلها المستعمل.
  - فإذا كانت قيمة العبارة المنطقية **(لون==1)** هي **صحيح**، تنفذ **كتلة صحيح**، وفي هذه الكتلة يختار المنفذ اللون 3، اي الأحمر حسب الجدول 8، ثم يرسم المستطيلات الخارجية الثلاث، وينته تنفيذ التعليمة الشرطية وينتقل التنفيذ الى السطر 31، اي الى نهاية الخوارزم.
  - اما اذا كانت قيمة العبارة المنطقية **(لون==1)** هي **خطأ**، تنفذ **كتلة خطأ**، وفي هذه الكتلة يختار المنفذ اللون 2، اي الأصفر حسب الجدول 8، ثم يرسم المستطيلات الخارجية الثلاث، وينته تنفيذ التعليمة الشرطية و ينتقل التنفيذ الى نهاية الخوارزم (السطر 31).

و من هاتين التركيبتين للعملية الشرطية، نرى جليا انه:

- اذا **صحت** العبارة **(لون==1)**، يختار اللون 2 للمستطيل المركزي و اللون 3 للمستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي.

اذا كان **خطأ** نتيجة تقييم العبارة **(لون==1)**، يحدث العكس، فيختار اللون 3 للمستطيل المركزي و اللون 2 للمستطيلات الخارجية.

```
خوارزم رسم_4_مستطيلات {
  اجراء  اساسي () {
    /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
    طبيعي لون
    /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
    اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
    اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
    اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
    اقرأ لون
    /*تحديد لون المستطيل المركزي */
     اذكان (لون == 1) {
       حدد_اللون(2)
     }
     والا  {
       حدد_اللون(3)
     }
    /*رسم المستطيل المركزي */
    ارسم مستطيل(100، 100، 20، 10)
    /* تحديد لون المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
    اذكان (لون == 1) {
       حدد_اللون(3)
    }
    والا  {
       حدد_اللون(2)
    }
    /*  رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
    ارسم مستطيل(90، 90، 40، 30)
    ارسم مستطيل(80، 80، 60، 50)
    ارسم مستطيل(70، 70، 80، 70)
  }
}
```

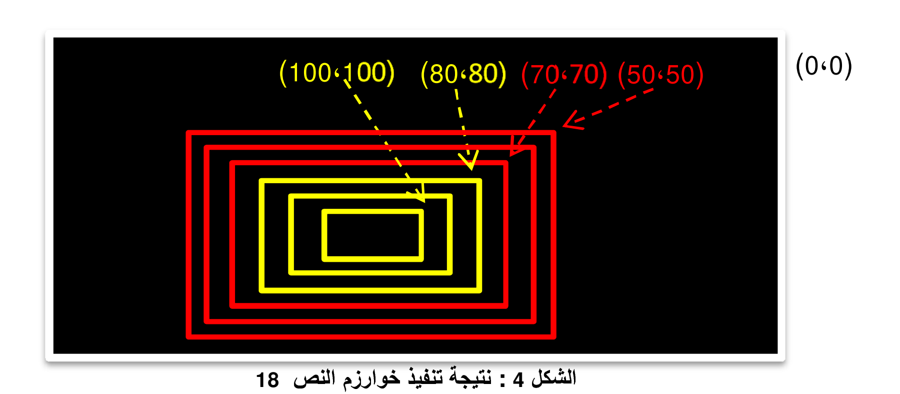
النص 17 : النسخة الثانية لخوارزم رسم اربع مستطيلات

2 – 3 – 2 النسخة الثانية لخوارزم رسم المستطيلات الأربعة (النص 17 و النص 18)

نلاحظ في النسخة الأولى اعادة كتابة بعض التعليمات، خاصة تلك التي تهدف الى رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي، فهذه الإعادة تنتج خوارزما طويلا، فمثلا، اذا اردنا ان نضاعف عدد المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي، يتضاعف حجم الخوارزم، وهكذا اذا كان حجم الخوارزم كبيرا زادت صعوبة التحكم فيه من اجل تحسينه او ترجمته الى لغة من لغات برمجة الحاسوب.

في النسخة الثانية (النص 17)، نُخرج تعليمات الرسم من داخل جسم التعليمة **اذكان** ونضعها مباشرة بعدها، وتتكفل تعليمة **اذكان** فقط بتحديد اللون الذي تستعمله التعليمات الموجودة مباشرة بعد تعليمة **اذكان**.

ومع هذه النسخة الثانية (النص 17)، اذا ضاعفنا عدد المستطيلات المحيطة بالمستطيل الأول، يكون الحجم اقل من حجم النسخة الأولى اذا ضوعف فيها عدد المستطيلات الخارجية، ومن المزايا الأخرى للنسخة الثانية هو امكانية زيادة عدد المستطيلات المركزية بسهولة اكبر، فنأخذ اقرب مستطيل محيط ونضعه مع تعليمات الرسم التي تلي التعليمة **اذكان** الأولى كما يظهر في النص 18 وهكذا يمكننا رسم عددا من المستطيلات المركزية بلون و عددا آخر من المستطيلات المحيطة بلون آخر (الشكل 4).



الشكل 4 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 18

2 – 3 – 3 النسخة الثالثة لخوارزم رسم المستطيلات (النص 19):

في النسخة الثالثة، نتحصل على خوارزم اكثر تنظيما وهذا باستعمال متغيرتين اضافيتين، هدفهما حفظ اللونان المستعملان في الرسم:

- المتغيرة الأولى المسماة **لون_المركز** يكون فيها اللون الذي به ترسم المستطيلات المركزية.
- المتغيرة الثانية المسماة **لون_المحيط** يكون فيها اللون الذي به ترسم المستطيلات المحيطة.

في هذه النسخة الجديدة يتقلص عدد التعليمات **اذكان** الى واحد فقط، و تتكفل تعليمة **اذكان** بتحديد محتوى المتغيرتين المتحكمتين في لون الرسم، كما يظهر في النص 19، ونرى جليا كيف تقلص حجم الخوارزم.

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن2{
اجراء  اساسي () {
/* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
طبيعي لون
/* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
اقرأ لون
/*تحديد لون المستطيل المركزي */
اذكان (لون == 1) {
حدد_اللون(2)
}
والا  {
حدد_اللون(3)
}
/*رسم المستطيل المركزي */
ارسم مستطيل(100، 100، 20، 10)
ارسم مستطيل(90، 90، 40، 30)
ارسم مستطيل(80، 80، 60، 50)
/* تحديد لون المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
اذكان (لون == 1) {
حدد_اللون(3)
}
والا  {
حدد_اللون(2)
}
/*  رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
ارسم مستطيل(70، 70، 80، 70)
ارسم مستطيل(60، 60، 100، 90)
ارسم مستطيل(50، 50، 120، 110)
}
} // نهاية  خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة
```

النص 18 : خوارزم رسم عدد من المستطيلات المركزية و عدد آخر من المستطيلات الخارجية (الشكل 4)

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن3 {
 اجراء اساسي () {
  /* التصريح بمتغيرة لإلتقاط رقم اللون الذي يدخله المستعمل */
  طبيعي لون،
  /* التصريح بمتغيرتين لمعرفة لون المستطيلات المركزية و لون المستطيلات المحيطة */
  طبيعي لون_المركز، لون المحيط
  /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
  اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
  اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
  اكتب "اي رقم يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
  اقرأ لون
  /*تحديد لون المستطيل المركزي */
   اذكان (لون == 1) {
     لون_المركز= 2،
     لون المحيط = 3
   }
   والا {
     لون_المركز = 3،
     لون المحيط = 2،
   }
  /*رسم المستطيلات المركزية */
   حدد_اللون(لون_المركز)
   ارسم مستطيل(100، 100، 20، 10)
   ارسم مستطيل(90، 90، 40، 30)
   ارسم مستطيل(80، 80، 60، 50)
  /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي */
  حدد_اللون(لون_المحيط)
  ارسم مستطيل(70، 70، 80، 70)
  ارسم مستطيل(60، 60، 100، 90)
  ارسم مستطيل(50، 50، 120، 110)
 }
}
```

النص 19 : النسخة الثالثة لخوارزم رسم عدد من المستطيلات المركزية و عدد من المستطيلات الخارجية

نلاحظ ايضا استعمال متغيرة في مدخل الإجراء **حدد_اللون**، وهي عبارة بدائية دون عملية، يفضي تقييمها الى ما تحتويه المتغيرة، وفي الأمثلة السابقة كانت العبارة ممثلة في قيمة ثابتة يفضي تقييمها الى القيمة نفسها، فمثلا اذا ادخل المستعمل القيمة 1، فمعنى هذا انه يريد رسم المستطيلات

باللون الأصفر، وهنا تشحن المتغيرة **لون_المركز** بالقيمة الممثلة للون الأصفر، اي 2 (الجدول 8 للألوان) وتشحن المتغيرة **لون_المحيط** بالقيمة الممثلة للون الآخر اي اللون الأحمر الممثل بالقيمة 3 (الجدول 8 للألوان)، وهكذا، بعد تقييم العبارة الموجودة في مداخل طلب تنفيذ الإجراء **حدد_اللون**، تصبع الكتابة **حدد_اللون(لون_المركز)** مساوية للكتابة **حدد_اللون(2)** والكتابة **حدد_اللون(لون_المحيط)** مساوية للكتابة **حدد_اللون(3).**

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4 }
  اجراء  اساسي () }
    /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
    طبيعي لون، لون_المركز ، لون المحيط
    /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
    اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
    اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
    اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
    اقرأ لون
    /*تحديد لون المستطيل المركزي */
     اذكان (لون == 1) }
      لون_المركز= 2،
      لون المحيط   =   3
     {
     والا  }
      لون_المركز = 3،
      لون المحيط  = 2،
     {
    /*رسم المستطيلات المركزية */
     حدد_اللون(لون_المركز)
     ارسم مستطيل(200، 200، 20، 10)
     ارسم مستطيل(190، 190، 40، 30)
     ارسم مستطيل(180، 180، 60، 50)

    /*  رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
     حدد_اللون(لون_المحيط)
    ارسم مستطيل(170، 170، 80، 70)
    ارسم مستطيل(160، 160، 100، 90)
    ارسم مستطيل(150، 150، 120، 110)
  {
{
```

النص 20 : تكلفة تسديد الخوارزم: تغيير 12 موضع لجعل الرسم ينطلق من النقطة (200، 200)

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4ت1 {
  اجراء  اساسي () {
    /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
    طبيعي لون، لون_المركز ، لون المحيط
    طبيعي نس = 200، نع = 200،
    /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
    اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
    اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
    اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
    اقرأ لون
    /*تحديد لون المستطيل المركزي */
    اذكان (لون == 1) {
       لون_المركز= 2،
       لون المحيط  =  3
    }
    والا  {
       لون_المركز = 3،
       لون المحيط  = 2،
    }
    /*رسم المستطيلات المركزية */
    حدد_اللون(لون_المركز)
    ارسم مستطيل(نس، نع، 20، 10)
    ارسم مستطيل(نس  - 10، نع  - 10، 40، 30)
    ارسم مستطيل(نس  - 20، نع  - 20، 60، 50)

    /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
    حدد_اللون(لون_المحيط)
    ارسم مستطيل(نس  - 30، نع  - 30، 80، 70)
    ارسم مستطيل(نس  - 40، نع  - 40، 100، 90)
    ارسم مستطيل(نس  - 50، نع  - 50، 120، 110)
  }
}
```

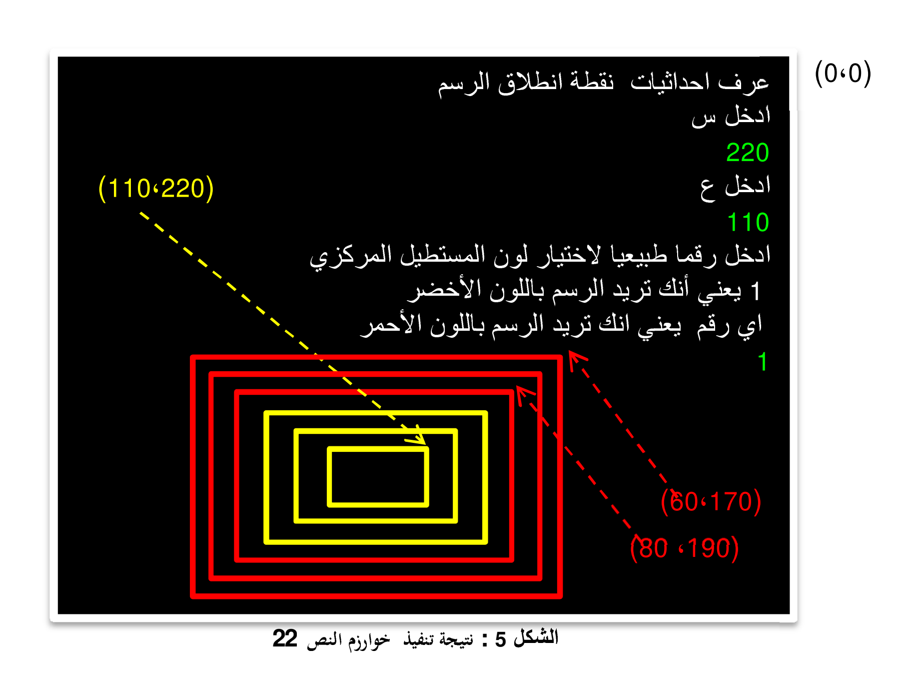
النص 21 : النسخة الرابعة لخوارزم رسم المستطيلات: نقطة انطلاق الرسم ممثلة بالمتغيرتين نس و نع

2 – 3 – 4 النسخة الرابعة لخوارزم رسم المستطيلات (النص 20، النص 21 والنص 22)

كل النسخ السابقة تقوم برسم المستطيلات انطلاقا من الإحداثية (100،100)، فاذا اردنا ان نغير نقطة انطلاق الرسم، مثلا لجعلة ينطلق من النقطة 200، 200، اصبح لزاما علينا ان نبحث على

كل التعليمات المرتبطة بنقطة الانطلاق و نسددها، وهذا ما يظهر في النص 20، اين نرى جليا ان عدد التغييرات بلغ اثني عشر تغييرا، فكلما اردنا ان نغير نقطة الانطلاق اُلزمنا بتسديد عدد كبير من التعليمات في نص الخوارزم.

لجعل الخوارزم اكثر مرونة، ومستقل عن القيمة الثابتة الممثلة لنقطة الانطلاق، ولتقليص عدد التغييرات ان كانت لازمة، نلجأ الى استعمال المتغيرات عوض استعمال القيم الثابتة، ففي النص 21، نستعمل المتغيرتين **نس** و **نع** لاحتواء احداثيتي نقطة بداية الرسم، فنصرح بهما بقيمة اولية هي قيمة احداثيتي نقطة بداية الرسم، وهكذا اذ اردنا تغيير احداثيتي نقطة بداية الرسم، نقوم فقط بالتغيير في موقع واحد في الخوارزم وهو الموقع الذي صرحت فيه المتغيرتين **نس ونع**، كما يمكن اضافة بعض التعليمات في بداية الخوارزم للحصول عبر التفاعل مع المستعمل عن النقطة التي يريد المستعمل ان يبدأ منها الرسم، كما يظهر في الشكل 5 والنص 22.



الشكل 5 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص **22**

يجدر بنا ان نلاحظ ان المسافة بين مستطيلين متتاليين هي 10 على مستوى الإحداثيات (الفواصل والتراتيب)، وكلما ابتعد مستطيل عن المستطيل المركزي، انقصنا 10 على مستوى احداثياته، فمثلا المستطيل الثالث هو الثاني بعد الأول، فتكون احداثياته هي احداثيات المستطيل المركزي منقوصة 10 مرتين، فمثلا اذا كانت احداثيات المستطيل (اي احداثيات نقطة الزاوية في اعلى و اقصى يمين) هي (160، 200) فان احداثيات المستطيل الثالث هي (160 -10 -10، 200 - 10 - 10) اي (140، 180).

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4ت2 {
 اجراء  اساسي () {
  /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
  طبيعي لون، لون_المركز، لون المحيط
  طبيعي نس ، نع ،
  /* تعليمات التفاعل مع المستعمل، تعريف نقطة انطلاق الرسم، اي قيم نس و نع  */
  اكتب "عرف احداثيات  نقطة انطلاق الرسم"،
  اكتب "ادخل س:"
  اقرأ نس
  اكتب "ادخل ع:"
  اقرأ نع
  /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
  اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
  اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
  اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
  اقرأ لون
  /*تحديد لون المستطيل المركزي */
  اذكان (لون == 1) {
   لون_المركز= 2،
   لون المحيط  =  3
  }
  والا  {
   لون_المركز = 3،
   لون المحيط  = 2،
  }
  /*رسم المستطيلات المركزية */
  حدد_اللون(لون_المركز)
  ارسم مستطيل(نس، نع، 20، 10)
  ارسم مستطيل(نس - 10، نع - 10، 40، 30)
  ارسم مستطيل(نس - 20، نع - 20، 60، 50)
  /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
  حدد_اللون(لون_المحيط)
  ارسم مستطيل(نس - 30، نع - 30، 80، 70)
  ارسم مستطيل(نس - 40، نع - 40، 100، 90)
  ارسم مستطيل(نس - 50، نع - 50، 120، 110)
 }
}
```

النص 22 : اثراء النص 21 بتعليمات التفاعل مع المستعمل للحصول على قيمة نس و نع عبر

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4ت3 {
  اجراء  اساسي () {
   /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
   طبيعي لون، لون_المركز، لون المحيط
   طبيعي نس ، نع ،
   /* تعليمات التفاعل مع المستعمل، تعريف نقطة انطلاق الرسم، اي قيم نس و نع  */
   اكتب "عرف احداثيات  نقطة انطلاق الرسم"،
   اكتب "ادخل س:"
   اقرأ نس
   اكتب "ادخل ع:"
   اقرأ نع
  /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
   اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
   اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
   اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
   اقرأ لون
   /*تحديد لون المستطيل المركزي */
    اذكان (لون == 1) {
     لون_المركز= 2،
     لون المحيط  =  3
    }
    والا  {
     لون_المركز = 3،
     لون المحيط  = 2،
    }
   /*رسم المستطيلات المركزية */
   حدد_اللون(لون_المركز)
   ارسم مستطيل(نس، نع، 30، 40)
   ارسم مستطيل(نس - 10، نع - 10، 50، 60)
   ارسم مستطيل(نس - 20، نع - 20، 70، 80)
  /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي */
   حدد_اللون(لون_المحيط)
   ارسم مستطيل(نس - 30، نع - 30، 90، 100)
   ارسم مستطيل(نس - 40، نع - 40، 110، 120)
   ارسم مستطيل(نس - 50، نع - 50، 130، 140)
  }
}
```

النص 23 : تغيير 12 موقع لجعل الخوارزم يتعاطى مع مستطيلات بحجم غير حجم النسخ السابقة

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن5_1 {
اجراء  اساسي () {
/* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
طبيعي لون، لون_المركز، لون المحيط
/* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
طبيعي نس = 200، نع = 200،
/* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
طبيعي عرض = 25، علو = 15، مسافة = 5،
/* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
اقرأ لون
/*تحديد لون المستطيل المركزي */
اذكان (لون == 1) {
لون_المركز= 2،
لون المحيط  =  3
}
والا  {
لون_المركز = 3،
لون المحيط  = 2،
}
/*رسم المستطيلات المركزية */
ارسم مستطيل(نس، نع، عرض، علو)
ارسم مستطيل(نس  - مسافة، نع  - مسافة ، عرض + مسافة*2، علو + مسافة*2)
ارسم مستطيل(نس  - مسافة*2، نع – مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، علو + مسافة*4)

/*  رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي  */
حدد_اللون(لون_المحيط)
ارسم مستطيل(نس  - مسافة*3، نع  - مسافة*3، عرض + مسافة*6، علو + مسافة*6)
ارسم مستطيل(نس  - مسافة*4، نع  - مسافة*4، عرض + مسافة*8، علو + مسافة*8)
ارسم مستطيل(نس  - مسافة*5، نع  - مسافة*5، عرض + مسافة*10، علو + مسافة*10)


}
```

النص 24: النسخة الخامسة و قد استعملت فيها متغيرات بدل عدد من القيم الثابتة

2 – 3 – 5 النسخة الخامسة لخوارزم رسم المستطيلات (النص 23، النص 24)

ماذا لو اردنا رسم مستطيل مركزي اكبر او اصغر حجما، في هذه الحالة، يجب ان ندخل تعديلات على اكثر من موضع، فعلى سبيل المثال لو اردنا مستطيل مركزي بطول 30 و بعلو 40، يجب ان نغير 12 موضع كما يظهر في النص 23. المنهجية التي نتبعها للتعاطي مع مثل هذا الإشكال هي نفس المنهجية التي اتبعناها في جعل الخوارزم مستقل عن احداثيات المستطيل المركزي (النسخة الرابعة) ، وفيها لجأنا الى المتغيرات عوض القيم الثابتة.

في هذه النسخة الخامسة نجعل الخوارزم غير مرتبط بالقيم الثابتة الخاصة **بعرض** و **علو** المستطيل المركزي وكذلك بالقيمة الثابتة الخاصة **بالمسافة** بين مستطيلين متتاليين، فبدل استعمال القيم الثابتة نستعمل المتغيرات التالية (النص 24):

- المتغيرة **عرض** تتكفل بحمل القيمة التي تخبر عن عرض المستطيل المركزي.
- المتغيرة **علو** تتكفل بحمل القيمة التي تخبر عن علو (او ارتفاع) المستطيل المركزي.
- المتغيرة **مسافة** تتكفل بحمل القيمة التي تخبر عن المسافة بين مستطيلين متتالين.

لتعيين قيم هذه المتغيرات قبل استعمالها يمكن ان نلجأ الى طريقتين:

- تصريح المتغيرات بقيم ثابتة (النص 24): في هذه الحالة اذا اردنا ان نغير ملامح الرسم (طول المستطيل، المسافة الخ) نلجأ الى تغيير القيمة الثابتة التي استعملت في تصريح متغيرة ما، و هنا التغيير يكون طفيفا و يحدث في اماكن جد قيلة في بداية الخوارزم، و مع ذلك فان مثل هكذا تعيير يُعتبر عملا غير جدي في عالم الخوارزميات و البرامج لضرورة مراجعة النص وتعييره كلما اردنا ان نكيف النص مع رغبات المستعمل.

الحصول على القيم من مصدر خارجي اما عبر منافذ الخوارزم او عبر استعمال التفاعل مع المستعمل كما يظهر في النص 25، وفي هذه الحالتين لا نلجأ ابدا الى اي تغيير في نص الخوارزم.

2 – 3 – 6 النسخة السادسة لخوارزم رسم المستطيلات

اصبحت النسخة الخامسة مرنة جدا(النص 25)، بحيث يمكن للخوارزم رسم المستطيلات في اي موقع يريده المستعمل، و بأي حجم و بأي مسافة، الا ان النسخة الخامسة تحتاج الى مراجعة على مستوى هيكلتها، فمثلا، نرى جليا وجود نشاطين اساسيين يتكفل بهما الإجراء اساسي:

- التفاعل مع المستعمل
- رسم المستطيلات

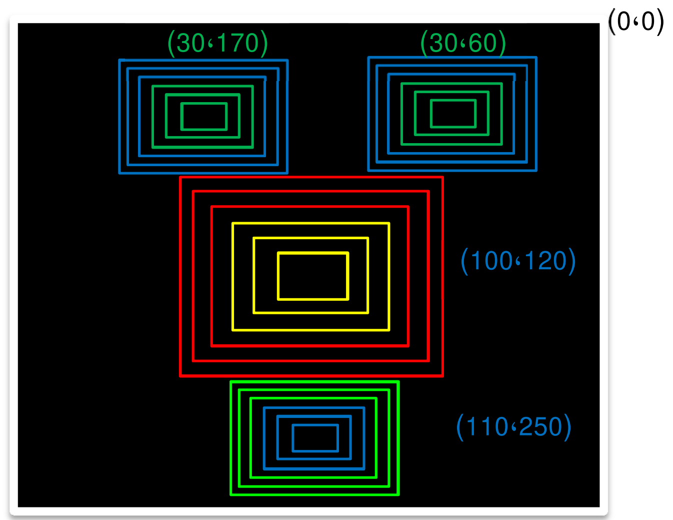
ونلاحظ ايضا ان التفاعل امر خاص بهذا الخوارزم، اما الرسم بحد ذاته فيمكن ان يكون لبنة لرسوم اعقد كما يظهر في الشكل 6، الذي نتج عن تنفيذ الإجراء المسمى **رسوم** والذي سنقدم نصه

فيما بعد، وهذا يعني ان نفس العمليات التي بها رسمت المستطيلات في النسخة الخامسة قد يمكن اعادة استغلالها في خوارزميات اخرى.

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن5_2{
اجراء اساسي () {
/* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
طبيعي لون، لون_المركز، لون المحيط
/* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
طبيعي نس، نع،
/* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
طبيعي عرض ، علو ، مسافة ،
/* التفاعل مع المستعمل: لقبض قيم: نقطة انطلاق الرسم، العرض، والارتفاع والمسافة */
اكتب "فضلا ادخل القيم المتعلقة ب: نقطة انطلاق الرسم ،عرض وارتفاع المستطيل الأول، المسافة"،
اكتب "ادخل س:"
اقرأ نس
اكتب "ادخل ع:"
اقرأ نع
اكتب "ادخل عرض المستطيل الأول"
اقرأ عرض
اكتب " ادخل علو المستطيل الأول "
اقرأ علو
اكتب " ادخل المسافة بين مستطيلين متتاليين "
اقرأ مسافة
/* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
اكتب "اي رقم يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
اقرأ لون
/*تحديد لون المستطيل المركزي */
اذكان (لون == 1) {
لون_المركز= 2،
لون المحيط = 3
}
والا {
لون_المركز = 3،
لون المحيط = 2،
}
/*رسم المستطيلات المركزية */
حدد_اللون(لون_المركز)
ارسم مستطيل(نس، نع، عرض، علو)
ارسم مستطيل(نس - مسافة، نع - مسافة ، عرض + مسافة*2، علو + مسافة*2)
ارسم مستطيل(نس - مسافة*2، نع – مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، علو + مسافة*4)
```

```
/* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي */
حدد_اللون(لون_المحيط)
ارسم مستطيل(نس - مسافة*3، نع - مسافة*3، عرض + مسافة*6، علو + مسافة*6)
ارسم مستطيل(نس - مسافة*4، نع - مسافة*4، عرض + مسافة*8، علو + مسافة*8)
ارسم مستطيل(نس - مسافة*5، نع - مسافة*5، عرض + مسافة*10، علو + مسافة*10)
}
}
```

النص 25 : النسخة الخامسة: الحصول على قيم المتغيرات عبر التفاعل مع المستعمل



الشكل 6 : نتيجة تنفيذ الإجراء رسوم وفيه استعملت نفس تعليمات النسخة الخامسة

والسؤال المطروح هو: هل أُعيد استعمال تعليمات الرسم بطريقة ساذجة فأعيدت كتابة تعليمات النسخة كما هي في كتابة خوارزم جزئي يقوم بإنجاز رسم في الشكل 6، فهكذا طريقة تفضي الى خوارزم ضخم جدا، ام ان هناك طريقة اخرى اكثر فعالية لا تنتج خوارزما ضخما.

الطريقة الأفضل لجعل اعادة الإستعمال الفعال لتعليمات الرسم هي:

- اولا: التفريق بين النشاطين: التفاعل مع المستعمل من جهة، والرسم من جهة اخرى.
- ثانيا: جعل النشاط المتعلق بالرسم مستقل تمام الاستقلال عن النشاط المتعلق بالتفاعل، فالتفاعل خاص بالنسخة الخامسة وما قبلها، اما نشاط الرسم فيمكن تحميله لخوارزم جزئي آخر.

التفريق بين النشاطين معناه انجاز خوارزم (اجراء او وظيفة) خاص بكل نشاط، والخوارزم الكلي، اي النسخة السادسة، يكون مركبا من الخوارزمين المكلفين بالنشاطين، وفيما يخصنا نتبع الهيكلة التالية:

- نُبقي النشاط المتعلق بالتفاعل في الإجراء **اساسي**.
- ننجز اجراءا نسميه **رسم_مستطيلات** يتكفل بالرسم .

تذكير : منهجية انجاز الخوارزميات الجزئية (اجراء او وظيفة) :

عندما نحاول ان ننجز خوارزما جزئيا نضع امام اعيننا الهدف الأول وهو **جعل الخوارزم الجزئي عير مرتبط بالمحيط** الذي فيه يعاد استعماله، فكلما كان الخوارزم الجزئي مستقلا عن اي محيط كلما زادت فعاليته وسهولة اعادة استعماله، ولبلوغ مثل هذا الهدف علينا ان:

- نحدد جيدا النشاط الموكل للخوارزم الجزئي
- نحدد كل ما يحتاجه الخوارزم الجزئي من معطيات لنوفرها له عبر المداخل
- نحدد كل ما ينتجه الخوارزم الجزئي من معلومات لنوفر له المخارج الضرورية

وكلما استعملت منافذ الخوارزم الجزئي للحصول على المعطيات والإبلاغ بالنتائج كلما كان الخوارزم الجزئي مستقلا عن محيط استعماله، فمثلا:

- اذا كانت كل المعطيات تصل عبر المداخل وكل النتائج تخرج عير المخارج، يكون الخوارزم مستقل عن اي محيط
- اذا كانت معطية واحدة تأتي من المتغيرات العامة، يصبح الخوارزم مرتبط بالمحيطات التي يجب عليها ان توفر المتغيرة العامة التي يحتاج اليها الخوارزم.

تطبيق المنهجية على الخوارزم "رسم_مستطيلات":

هدف الخوارزم:

النشاط الموكل للخوارزم **"رسم_مستطيلات"** هو رسم 6 مستطيلات، ثلاثة مستطيلات مركزية بلون اول وثلاثة مستطيلات محيطة بلون ثان، في اي موقع من مواقع الشاشة و بأي حجم.

تحديد احتياجات الخوارزم:

لإنجاز نشاطه، اي رسم المستطيلات الست، يجب توفير المعطيات التالية :

- احداثيات المستطيل الأول (اي احداثيات النقطة في اعلى واقصى يمين المستطيل المركزي الأصغر).
- عرض و ارتفاع المستطيل الأول
- المسافة بين مستطيلين متتاليين
- لون المستطيلات المركزية
- لون المستطيلات المحيطة

وكل هذه المعطيات يمكن توفيرها عبر المداخل ، وكذا يكون رأس الخوارزم دون ذكر المخارج على الشكل التالي:

اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط)

ملاحظة: لماذا استعملنا مدخلين للونين: عوض استعمال مدخلين لوصف اللونين في المداخل، كان بالإمكان استعمال مدخلا واحدا، نسميه **لون** مثلا، فيكون رأس الخوارزم :**اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون).** في هذه الحالة يجب علينا ان نزيد في نص الخوارزم تعليمة شرطية ترتكز على المتغيرة **لون** لتحديد لون المركز و لون المحيط، فاذا كان في المدخل **لون** القيمة 1، يكون اللون الأصفر هو لون المركز والمحيط باللون الأحمر وتعكس الألوان اذا وضع في المدخل **لون** قيمة مختلفة عن 1، ووجود اللونين مباشرة في المداخل يجعل الخوارزم في غنى عن استعمال التعليمة الشرطية لمعرفة لون المركز والمحيط.

تحديد نتائج الخوارزم الجزئي "رسم_مستطيلات":

النتيجة الوحيدة لخوارزم **رسم_مستطيلات** هي الرسم على الشاشه، وبما ان هذه لا تعطى عبر مخارج الخوارزم، فالخوارزم يصبح مرتبطا بمحيط ما، يوفر له امكانية ابلاع النتيجة اي الرسم، وفي حالنا يتمثل المحيط في شاشة قادرة على استيعاب عمليات الرسم، فلا يمكن مثلا ان نستعمل هذا الخوارزم مع شاشة غير ملونة، ولا يمكن ان نستعمل هذا الخوارزم مع شاشة غير مؤهلة للرسم، ولا يمكن ان يبعث الرسم عبر شبكات الحاسوب، واليوم بما ان كل الشاشات مؤهلة للرسم بالألوان، واصبحت متوفرة لكل الخوارزميات التي ترسم والتي لا ترسم، فيمكن ان نقول ان الخوارزم الجزئي له درجة عالية جدا من الاستقلالية، وبما ان نتائج الخوارزم لا تحتاج الى مخارج، يبق رأس الخوارزم على الصفة السابقة اي:

اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط)

محتوى الخوارزم "رسم_مستطيلات":

يحتوي الخوارزم **رسم_مستطيلات** على تعليمات الرسم والمتغيرات المستعملة في الرسم، اما المتغيرات فتم تصريحها كلها في المداخل، اما التعليمات فهي تلك الموجودة في النسخة الخامسة ويجب اخراجها من جسد الإجراء اساسي لتوضع في جسد الإجراء **رسم_مستطيلات** كما يظهر في النص 26.

2 – 3 – 7 الخوارزم الجزئي "رسوم"

كما سبق وان ذكرنا فالإجراء **"رسوم"** (النص 27) هو من انجز الرسم في الشكل 6، والسؤال المطروح هنا هو: هل يمكننا بسهولة تحديد الألوان المستعملة في الرسم من قراءة نص الإجراء **"رسوم"** (النص 27)؟

```
خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن6}
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
    حدد_اللون(لون_مركز)
    ارسم مستطيل(س، ع، عرض، ارتفاع)
    ارسم مستطيل(س  - مسافة، ع  - مسافة ، عرض + مسافة*2، ارتفاع + مسافة*2)
    ارسم مستطيل(س  - مسافة*2، ع – مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، ارتفاع + مسافة*4)
  /*  رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
    حدد_اللون(لون_المحيط)
  ارسم مستطيل(س  - مسافة*3، ع  - مسافة*3، عرض + مسافة*6، ارتفاع + مسافة*6)
  ارسم مستطيل(س  - مسافة*4، ع  - مسافة*4، عرض + مسافة*8، ارتفاع + مسافة*8)
  ارسم مستطيل(س  - مسافة*5، ع  - مسافة*5، عرض + مسافة*10، ارتفاع + مسافة*10)
}
اجراء  اساسي () {
/* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
    طبيعي لون، لون_المركز ، لون المحيط
/* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
    طبيعي نس، نع،
/* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
    طبيعي عرض ، علو ، مسافة ،
  /* التفاعل مع المستعمل: لقبض قيم: نقطة انطلاق الرسم، العرض، والارتفاع والمسافة  */
  اكتب "فضلا ادخل القيم المتعلقة ب: نقطة انطلاق الرسم ،عرض وارتفاع المستطيل الأول، المسافة"،
    اكتب "ادخل س:"
    اقرأ نس
    اكتب "ادخل ع:"
    اقرأ نع
    اكتب "ادخل عرض المستطيل الأول"
    اقرأ عرض
    اكتب " ادخل علو المستطيل الأول "
    اقرأ علو
    اكتب " ادخل المسافة بين مستطيلين متتاليين "
    اقرأ مسافة
/* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
    اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
    اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأخضر "
    اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
    اقرأ لون
  /*تحديد لون المستطيل المركزي */
    اذكان (لون == 1) {
```

```
لون_المركز= 2،
لون المحيط  =  3
}
والا  {
لون_المركز = 3،
لون المحيط = 2،
}
/*رسم المستطيلات المركزية بطلب تشغيل الإجراء رسم_6_مستطيلات */
رسم_مستطيلات(نس، نع، عرض، علو، مسافة، لون_المركز، لون_المحيط )
}
}
```

النص 26 : النسخة السادسة مكونة من خوارزمين: اساسي و رسم_مستطيلات

```
خوارزم رسم_رسوم_الشكل_6 {
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
    حدد_اللون(لون_مركز)
    ارسم مستطيل(س، ع، عرض، ارتفاع)
    ارسم مستطيل(س - مسافة، ع - مسافة ، عرض + مسافة*2، ارتفاع + مسافة*2)
    ارسم مستطيل(س - مسافة*2، ع – مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، ارتفاع + مسافة*4)
    /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي */
    حدد_اللون(لون_المحيط)
    ارسم مستطيل(س - مسافة*3، ع - مسافة*3، عرض + مسافة*6، ارتفاع + مسافة*6)
    ارسم مستطيل(س - مسافة*4، ع - مسافة*4، عرض + مسافة*8، ارتفاع + مسافة*8)
    ارسم مستطيل(س - مسافة*5، ع - مسافة*5، عرض + مسافة*10، ارتفاع + مسافة*10)
}
اجراء رسوم (){
    رسم_مستطيلات(60، 30، 70، 50، 5،1، 4 )
    رسم_مستطيلات(170، 30، 70، 50، 5، 1، 4 )
    رسم_مستطيلات(120، 100، 110، 90، 10، 2، 3 )
    رسم_مستطيلات(250، 110، 70، 50، 5، 4، 1 )
}
اجراء اساسي () {
    رسوم ()،
}
}
```

النص 27 :خوارزم مبني على الإجراء رسم_مستطيلات من اجل انجاز رسم الشكل 6

من خلال قراءة النص 27، تظهر جليا صعوبة ادراك اللون الحقيقي الذي يستعمل في رسم كل جزء من اجزاء الرسم الظاهر في الشكل 6، ولإدراك اللون المستعمل لا بد من استحضار جدول الألوان (جدول 8)، وهذه الطريقة في كتابة الخوارزميات غير مستحسنة، فعلى واضع الخوارزم ان يكتبه بصيغة يسهل فهمه وادراك محتواه، فيجب ان تكون الألفاظ المستعملة ناطقة، كأسماء للمتغيرات واسماء الإجراءات والوظائف، ، فبمجرد رُؤية اللفظ يدرك القارئ هدف كل لفظ او عبارة استعملت هذا اللفظ، ولجعل الخوارزم **رسوم** اكثر وضوحا، نجتنب ما امكن استعمال القيم الثابتة، ونستعمل بدلها المتغيرات الثابتة كما يظهر ذلك في النص 28.

```
خوارزم رسم_رسوم_الشكل_6_1 }
    /* التصريح بمتغيرات ثابتة عامة الخاصة بالألوان المتوفرة للرسم*/
    ثابت ابيض = 0، احضر= 1، اصفر = 2، احمر = 3، ازرق = 4، اسود = 5 ؛

    اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
        حدد_اللون(لون_مركز)
        ارسم مستطيل(س، ع، عرض، ارتفاع)
        ارسم مستطيل(س - مسافة، ع - مسافة ، عرض + مسافة*2، ارتفاع + مسافة*2)
        ارسم مستطيل(س - مسافة*2، ع – مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، ارتفاع + مسافة*4)
        /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي */
        حدد_اللون(لون_المحيط)
        ارسم مستطيل(س - مسافة*3، ع - مسافة*3، عرض + مسافة*6، ارتفاع + مسافة*6)
        ارسم مستطيل(س - مسافة*4، ع - مسافة*4، عرض + مسافة*8، ارتفاع + مسافة*8)
        ارسم مستطيل(س - مسافة*5، ع - مسافة*5، عرض + مسافة*10، ارتفاع + مسافة*10)
    {

    اجراء رسوم ()}
        رسم_مستطيلات(60، 30، 70، 50، 5، اخصر ، ازرق )
        رسم_مستطيلات(170، 30، 70، 50، 5، اخصر ، ازرق )
        رسم_مستطيلات(120، 100، 110، 90، 10، اصفر ، احمر )
        رسم_مستطيلات(250، 110، 70، 50، 5، ازرق، اخضر )
    {

    اجراء اساسي () }
        رسوم ()،
    {
{
```

النص 28 : اعادة كتابة النص 27 ليصبح الخوارزم اكثر وضوحا فيما يخص الألوان المستعملة في الرسم

الفصل الرابع عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمات الشرطية المنطقية

1 - الشكل الثاني للتعليمة الشرطية المنطقية:

في شكلها الثاني (النص 1) يحتوي جسد التعليمة الشرطية المنطقية على كتلة واحدة (او خيار واحد فقط) وهي **كتلة صحيح**، و يأخذ بعين الاعتبار هذا الخيار في حالة صحة العبارة المنطقية.

```
اذكان ( عبارة منطقية ) {
    /* كتلة صحيح */
    /* هنا تكتب تعليمات تنفذ اذا كانت العبارة صحيحة */
}
```

النص 1 : الكيفية العامة لكتابة الصيغة الثانية للعملية الشرطية المنطقية

تبدأ التعليمة بتقييم العبارة المنطقية الموجودة بين القوسين، ويمكن ان تكون العبارة سهلة جدا، كما يمكن ان تكون معقدة، وعند تقييم العبارة يجب ان تكون النتيجة منطقية، اي احدى القيم التالية: **صحيح** او **خطأ**، فإذا افضى التقييم الى قيمة غير منطقية، تكون كتابة التعليمة **اذكان** خاطئة يجب تصحيحها، وفي هذه الحالة الأخيرة، لا يمكن لآلية التنفيذ اتمام تنفيذ تعليمة **اذكان** بل تتوقف فورا، وإذا افضى التقييم الى قيمة **صحيحة**، تنفذ تعليمات الكتلة **صحيح** وبعدها التعليمات التي تلي الكتلة **صحيح**، اي التعليمات التي تلي جسد التعليمة **اذكان**.

2 - أمثلة توضيحية

2 -1 : المثال الأول: نص قصير

المثال الأول: في هذا المثال (النص 2) يقوم الخوارزم بالتقاط عددين عبر التعليمة "**اقرأ**" ويضعهما في المتغيرتين "**الف**" و "**باء**"، ثم يقارن الخوارزم محتوى المتغيرتين بتقييم العبارة "**باء == الف**"، فاذا صحت العبارة، اي أن العددين اللذان ادخلا متساويين، تنفذ تعليمات الكتلة **صحيح**، فتنجز التعليمة **باء=الف*2**، ثم تنته التعليمة الشرطية وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي مباشرة التعليمة الشرطية، اي **جيم=الف*باء**، اما اذا لم تصح العبارة **باء==الف**، تنته فورا التعليمة الشرطية وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي مباشرة التعليمة الشرطية، اي **جيم=الف*باء**.

```
طبيعي الف، باء، جيم
اقرأ الف ؛
اقرأ باء ؛
اذكان ( باء == الف ) {
    باء = الف*2؛
}
جيم = الف * باء؛
```

النص 2 :المثال الأول

2 – 2 المثال الثاني: اعادة كتابة خوارزم رسم المستطيلات

في هذا المثال، نرتكز على النسخة السادسة لخوارزم رسم المستطيلات الذي درسناه في الفصل الثالث عشر، ونبين كيف يمكن، في بعض الحالات، استبدال الشكل الأول المتكون من كتلتي **صحيح** و**خطأ** الى الشكل الثاني المكون فقط من الكتلة **صحيح**.

في الإجراء **اساسي** للنسخة السادسة من خوارزم الرسم **(خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن6)**، نلاحظ على مستوى التعليمة الشرطية **اذكان (لون==1)** ان كتلة **صحيح** و كتلة **خطأ** تحتويان على نفس التعليمات (النص 3)، والفرق يكمن فقط في القيم التي تشحن بها المتغيرات، فيمكن مثلا ان نغير كتابة التعليمة الشرطية كما يلي (النص 4):

- نكتب قبل التعليمة الشرطية **اذكان** تعليمات كتلة **لا**، اي اننا نفترض ان قيمة تقييم العبارة هو **خطأ**.
- ثم نكتب التعليمة **اذكان** على الشكل الثاني، فإذا كانت العبارة صحيحة تغير القيم التي شحنت في المتغيرات قبل الوصول الى تعليمة **اذكان**، فيبطل اذا مفعول تعليمات كتلة **لا** التي كتبت قبل التعليمة الشرطية على الشكل الثاني.

و بهذه الكتابة الجديدة للتعليمة الشرطية، يصبح الإجراء **اساسي** في النسخة السادسة على الحالة الظاهرة في النص 5، و نرى في سطره الخامس التحديد الأولي للون المركز(3) ولون المحيط(2).

```
/*تحديد لون المستطيل المركزي */
 اذكان (لون == 1) }
   لون_المركز= 2،
   لون_المحيط  =  3
 {
 والا  }
   لون_المركز = 3،
   لون_المحيط  = 2،
 {
```

النص 3 : التعليمة الشرطية كما ظهرت في النسخة السادسة لخوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن6 (الفصل 13)

```
لون_المركز = 3،
لون المحيط  = 2،
اذكان (لون == 1) }
   لون_المركز= 2،
   لون المحيط  =  3
{
```

النص 4 : اعادة كتابة التعليمة الشرطية لالنص 3 على الشكل الثاني

```
اجراء  اساسي () {
/* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي به يرسم المستطيل المركزي */
طبيعي لون،
/* التصريح بقيمة اولية للونين المستعملين في الرسم */
لون_المركز= 3، لون المحيط = 2
/* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
طبيعي نس، نع،
/* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
طبيعي عرض ، علو ، مسافة ،
/* التفاعل مع المستعمل: لقبض قيم: نقطة انطلاق الرسم، العرض، والارتفاع والمسافة */
 اكتب ("فضلا ادخل القيم المتعلقة ب: نقطة انطلاق الرسم ،عرض وارتفاع المستطيل الأول، المسافة")
 اكتب ("ادخل س:")
 اقرأ (نس)
 اكتب ("ادخل ع:")
 اقرأ (نع)
 اكتب ("ادخل عرض المستطيل الأول")
 اقرأ (عرض)
 اكتب (" ادخل علو المستطيل الأول ")
 اقرأ (علو)
 اكتب (" ادخل المسافة بين مستطيلين متتاليين ")
 اقرأ (مسافة)
/* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختاره لرسم المستطيل المركزي */
اكتب "ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي"
اكتب "1 يعني أنك تريد الرسم باللون الأصفر "
اكتب "اي رقم  يعني انك تريد الرسم باللون الأحمر "
 اقرأ (لون)
 /*التحديد النهائي للونين المستعملين في الرسم */
  اذكان (لون == 1) {
   لون_المركز= 2،
   لون المحيط  =  3
  }
/*رسم المستطيلات المركزية بطلب تشغيل الإجراء رسم_6_مستطيلات */
رسم_6_مستطيلات(نس، نع، عرض، علو، مسافة، لون_المركز، لون_المحيط )
}
```

النص 5 : الإجراء اساسي من النسخة السادسة لخوارزم رسم المستطيلات بعد اعادة كتابة التعليمة الشرطية على شكلها الثاني

2 - 3 المثال الثالث: تشفير بدائي لعدد طبيعي

يحتوي النص 6 على وظيفة هدفها تحويل عدد ما الى آخر حسب طبيعته، ثنائي ام فردي، و نلاحظ في النص 6 ان كتلة **صحيح** و كتلة **خطأ** للتعليمة الشرطية **اذكان (ع%2==0)** تنتهيان بتعليمة ارجع التي تنه تنفيذ الخوارزم.

ونلاحظ ايضا انه في مثل هذا الشكل، لا يمكن ان نجد تعليمات بعد جسد التعليمة الشرطية، للسبب البسيط التالي: عندما تكون التعليمة الشرطية قد كتبت على الشكل الأول، يدخل التنفيذ اجباريا احدى الكتلتين، وبما ان كل كتلة تنته فيها الوظيفة، فكل ما يكتب بعد التعليمة الشرطية لا يمكن الوصول اليه مع انهاء تنفيذ الكتلة، فآخر تعليمات تنفذ من الوظيفة هي اما تعليمات الكتلة **صحيح** واما تعليمات الكتلة **خطأ**، ومثل هذه التركيبة للتعليمة الشرطية المكتوبة على الشكل الأول، يمكن اعادة كتابتها على النحو التالي(النص 7):

- نحذف الكتلة خطأ من جسد التعليمة **اذا كان،** وتبق فقط **كتلة صحيح** فتصبح التعليمة الشرطية على الشكل الثاني.
- نضع كل تعليمات **الكتلة خطأ** بعد جسد التعليمة الشرطية

في هذه التركيبة الجديدة، اذا صحت العبارة **ع%2==0**، تنفذ تعليمات الكتلة **صحيح** وينته الخوارزم فلا يمكن بهذا تنفيذ التعليمات التي تلي الكتلة **صحيح** (كتلة **خطأ** سابقا)، واذا لم تصح العبارة، تنته التعليمة الشرطية وتنفذ التعليمات التي تلي التعليمة الشرطية (كتلة **خطأ** سابقا) وينته الخوارزم.

```
ثابت محول_ثنائي =  2254،
ثابت محول_فردي =  5673،
طبيعي  حول_عدد (طبيعي ع) {
    طبيعي ن ،
    اذكان (ع%2 == 0) {
        /* في هذه الحالة ع تحتوي على عدد ثنائي */
        ن = ع + محول_ثنائي،
        ارجع ن
    }
    والا  {
        /* في هذه الحالة ع تحتوي على عدد فردي */
        ن = ع + محول_فردي،
        ارجع ن
    }
} /* نهاية الوظيفة */
```

النص 6 : خوارزم يستعمل الشكل الأول للتعليمة الشرطية المنطقية، و في كل فرع من التعليمة ينته تنفيذ الخوارزم

```
ثابت محول_ثنائي =  2254،
ثابت محول_فردي =  5673،

طبيعي  حول_عدد (طبيعي ع) {
    طبيعي ن ؛
    اذكان (ع%2 == 0) {
    /* في هذه الحالة ع تحتوي على عدد ثنائي */
    ن = ع + محول_ثنائي.
    ارجع ن
  }
  /* لا يمكن بلوغ هذا المستوى من التنفيذ الا اذا لم تصح العبارة الشرطية، فيكون ع قد احتوى على عدد فردي */
  ن = ع + محول_فردي؛
  ارجع ن
} /* نهاية الوظيفة */
```

النص 7 : اعادة كتابة التعليمة الشرطية النص 6 مستعملين الشكل الثاني

يمكن ايضا ان نسلك طريقة مشابهة لطريق المثال الثاني، فنفترض قبل كتابة التعليمة الشرطية على شكلها الثاني، ان العدد الذي يدخله المستعمل عددا فرديا(النص 8)، أي ان العبارة **ع%2==0** يكون تقييمها **خطأ**، فنكتب قبل التعليمة الشرطية **اذكان(ع%2==0)** كل تعليمات الكتلة **خطأ** باستثناء التعليمة **ارجع** التي نضعا مباشرة بعد جسد التعليمة **اذكان** (النص 8).

```
ثابت محول_ثنائي =  2254،
ثابت محول_فردي =  5673،
طبيعي  حول_عدد (طبيعي ع) {
    طبيعي ن ،
    /* نفترض ان  يكون محتوى ع عدد فردي */
    ن = ع + محول_فردي،

    /* نتحقق من طبيعة محتوى ع */
    اذكان (ع%2 == 0) {
    /* في هذه الحالة ع تحتوي على عدد ثنائي */
    ن = ع + محول_ثنائي،
    ارجع ن
  }
  ارجع ن
} /* نهاية الوظيفة */
```

النص 8 : اعادة كتابة التعليمة الشرطية النص 6 على طريقة المثال الثاني (النص 7)

ملاحظة هامة: نلاحظ في (النص 8) ان الكتلة **صحيح** تنته بالتعليمة **ارجع**، وبعد الكتلة **صحيح** نلاحظ وجود تعليمة **ارجع** التي بقيت من كتلة **خطأ**، وفي مثل هذه الحالة يمكن حذف تعليمة ارجع الموجودة في كتلة **صحيح**، فعندما تصح عبارة التعليمة الشرطية تنفذ تعليمات الكتلة **صحيح** ثم تنفذ التعليمة التي تلي التعليمة الشرطية، وهي في حالنا هذه التعليمة **"ارجع"**، اي ببساطة، التعليمة **ارجع** في الكتلة صحيح زائدة عن الحاجة، والنص 9 يبين لنا كتابة أقصر، فقد حذفت الحاضنتين } و { من كتلة صحيح لكون هذه الكتلة تحتوي فقط على تعليمة واحدة فقط.

```
ثابت محول_ثنائي = 2254،
ثابت محول_فردي = 5673،
طبيعي حول_عدد (طبيعي ع) {
    طبيعي ن ،
   /* نفترض ان يكون محتوى ع عدد فردي */
   ن = ع + محول_فردي،
   /* نتحقق من طبيعة محتوى ع */
  اذكان (ع%2 == 0) { ن = ع + محول_ثنائي؛ /* في هذه الحالة ع تحتوي على عدد ثنائي */
  ارجع ن
} /* نهاية الوظيفة */
```

النص 9 : حذف اتعليمة ارجع الزائدة (النص 7)

3 - الأشكال المركبة (او المتداخلة) للتعليمة الشرطية المنطقية:

كل الأشكال الأخرى للتعليمة الشرطية المنطقية هي في حقيقتها تركيب لأكثر من تعليمة **اذكان**، ومن اشهرها، مع قلة استعمالها، الشكلين الظاهرين في النص 10 و النص 11، ويستحسن عدم الإكثار في عدد التعليمات **اذكان** المركبة (المتداخلة)، كما يمكن في بعض المواقف تفادي مثل هذه التركيبات باستعمال طريقة مشابهة للطريقة التي اوردناها في المثال الثاني او باستعمال العمليات المنطقية كالعطف والتخيير.

```
اذكان (عبارة منطقية) {
   /*تعليمة او اكثر */
   }
والا اذكان (عبارة منطقية) {
   /*تعليمة او اكثر */
   }
  والا اذكان (عبارة منطقية) {
   /*تعليمة او اكثر */
   }
```

النص 10 : الشكل الأول في استعمال التعليمة الشرطية المنطقية مركبة

```
اذكان (عبارة منطقية) {
    اذكان (عبارة منطقية) {
        اذكان (عبارة منطقية) {
            /*تعليمة او اكثر */
        }
        والا {
            /*تعليمة او اكثر */
        }
    }
    والا {
        /*تعليمة او اكثر */
    }
والا {
    /*تعليمة او اكثر */
}
```

النص 11 : الشكل الثاني في استعمال التعليمة الشرطية المنطقية مركبة

4 - امثلة توضيحية عن الأشكال المركبة للتعليمة الشرطية:

4 – 1 المثال الأول: ابراز الملاحظة المناسبة لعلامة ما:

يحتوي النص 12 على خوارزم يكتب على الشاشة الملاحظة حول معدل ما يدخله المستعمل، ويستعمل الخوارزم معلومات الجدول 1، ويتكون الخوارزم من خوارزمين جزئيين: الإجراء **اساسي** والوظيفة **ملاحظة**، وللوظيفة **ملاحظة:**

- مدخلا وحيدا منه تستقي الوظيفة قيمة المعدل الذي يراد معرفة الملاحظة المناسبة له.
- مخرجا وحيدا هو **منفذ الرجوع** الذي منه نتحصل على النتيجة التي ترجعها تعليمة **ارجع** والنتيجة التي ترجعها الوظيفة **ملاحظة** عبر منفذ الرجوع هي **سلسلة** من الحروف تمثل ملاحظة ما.

المعدل	الملاحظة
18 او اكبر	ممتاز
من 16 الى 18.99	جيد جدا
من 14 الئ 15.99	جيد
من10 الى 13.99	متوسط
من 9 الى 9.99	اقل من متوسط
من 0 الى 8.99	دون تعليق

جدول 1: ملاحظات عن مجالات المعدلات المتحصل عليها في امتحان ما

```
خوارزم ملاظة_علامة {
سلسلة ملاحظة (طبيعي معدل) {
    سلسلة مل،
    اذكان (معدل >= 18) {
        مل = "ممتاز"
    }
    والا اذكان (معدل >= 16) {
        مل = "جيد جدا"
    }
    والا اذكان (معدل >= 14) {
        مل = "جيد"
    }
    والا اذكان (معدل >= 10) {
        مل = "متوسط"
    }
    والا اذكان (معدل >= 9) {
        مل = "دون المتوسط"
    }
    والا {
        مل = "لا تعليق ولا تعقيب "
    }
    ارجع مل
}
اجراء اساسي () {
    حقيقي معدل
    سلسلة ملح
    اكتب "فضلا ادخل المعدل"،
    اقرأ معدل
    سل = ملاحظة(معدل)،
    اكتب "ملاحظة معدلك هي" + سل
}
}
```

النص 12 : خوارزم يدل على الملاحظة المناسبة لمعدل النقاط المتحصل عليها في امتحان ما

السلوك العام للخوارزم:

- في البداية، يقوم الإجراء **اساسي** بالتفاعل مع المستعمل، فيأخذ منه قيمة حقيقية تمثل **المعدل**.

- ثم يطلب الإجراء **اساسي** خدمة الوظيفة **ملاحظة،** فيعطيها **المعدل،** و ترجع له الملاحظة على شكل سلسلة الحروف.
- اخيرا يقوم الإجراء **اساسي** بإرسال الملاحظة الى الشاشة.

4 – 1 - 1 النسخة الثانية للوظيفة ملاحظة

نلاحظ جليا في النص 12 صعوبة كتابة التعليمات الشرطية المتداخلة والتحكم فيها. في مثل هذة الحالة، وعندما يكون الخوارزم الجزئي وظيفة يمكن ان نسلك طريقة اخرى اوضح في كتابة المجموعة من التعليمات الشرطية، ولا تتُاح هذه الطريقة الا اذا كان الخوارزم الجزئي **وظيفة،** فمع الوظيفة يمكن فورا ارجاع النتيجة فورا عندما نتحصل عليها ولا ننتظر انتهاء التعليمة **اذكان** المركبة، وهذا ما نراه في النسخة الثانية للوظيفة **ملاحظة** (النص 13).

```
سلسلة ملاحظة (طبيعي معدل) {
    سلسلة مل،
    اذكان (معدل >= 18) {
        ارجع "ممتاز"
    }
    اذكان (معدل >= 16) {
        ارجع "جيد جدا"
    }
    اذكان (معدل >= 14) {
        ارجع "جيد"
    }
    اذكان (معدل >= 10) {
        ارجع "متوسط"
    }
    اذكان (معدل >= 9) {
        ارجع "دون المتوسط"
    }
    ارجع "لا تعليق ولا تعقيب "
}
```

النص 13 : النسخة الثانية للوظيفة ملاحظة

4 – 1 - 2 كتابة اكثر وضوحا للنسخة الثانية للوظيفة "ملاحظة" :

بما انه يمكن ان نحذف في كتلة ما حرفي البداية والنهاية (**{** و **}**) اذا كانت الكتلة تحتوي على تعليمة واحدة فقط، نتحصل على نص اقل ازدحاما للوظيفة (النص 14).

```
سلسلة ملاحظة (طبيعي معدل) }
    سلسلة مل،
  اذكان (معدل >= 18)   ارجع "ممتاز"
  اذكان (معدل >= 16)   ارجع "جيد جدا"
  اذكان (معدل >= 14)   ارجع "جيد"
  اذكان (معدل >= 10)   ارجع "متوسط"
  اذكان (معدل >= 9 )   ارجع "دون المتوسط"
  ارجع "لا تعليق ولا تعقيب "
{
```

النص 14 : اعادة كتابة نص النسخة الثانية للوظيفة ملاحظة (النص 13)

تفسير:تحمل اسطر النص 14 صيغة جديدة في الكتابة، كالكتابة **اذكان(معدل >= 18) ارجع "ممتاز"**، وأصل هذه الكتابة هي:

اذكان (معدل >= 18) }

ارجع "ممتاز" ؛

{

و يمكن ان تكتب هذه الكتابة على الشكل التالي

اذكان (معدل >= 18) } ارجع "ممتاز" ؛

{

اي ان تعليمة **الكتلة صحيح** مكتوبة في سطر الرأس، و هذا ممكن، واذا كانت داخل الكتلة اكثر من تعليمة وفي تفس السطر، وجب استعمال الفاصلة المنقوطة للتفريق بين التعليمات، وبما ان الكتلة تحتوي فقط على تعليمة واحدة، يمكن حذف احرف البداية و النهاية (الحاضنتين)، وعدم استعمالهما يعط لنا الكتابة: **اذكان (معدل >= 18) ارجع "ممتاز" ؛**

4 – 2 المثال الثاني: خوارزم حساب السعر الإجمالي لسلعة ما

يحتوي خوارزم النص 15 على عنصرين: الإجراء **اساسي** و الوظيفة **سعر_اجمالي.**

4 – 2 -1 سلوك الوظيفة "سعر_اجمالي"

تطلب الوظيفة **سعر_اجمالي** عبر مداخلها معلومتين لإنجاز مهمتها :

- الكمية (او عدد وحدات السلعة).
- السعر العادي للوحدة.

وترجع الوظيفة **سعر_اجمالي** عبر **منفذ الرجوع** القيمة الإجمالية.

تقوم الوظيفة في اول الأمر بحساب **السعر القاعدي** الذي لا يتأثر بالكمية، ثم حسب الكمية الموفرة، تقوم الوظيفة بخصم في السعر القاعدي للوصول الى السعر الإجمالي الحقيقي، ويكون السعر الإجمالي هو السعر القاعدي اذا كانت الكمية اقل من 10.

```
خوارزم سعر_السلع {
حقيقي سعر_اجمالي (طبيعي الكمية، حقيقي سعر_وحدة) {
    حقيقي السعر_النهائي، السعر_القا_عدي ؛
    السعر_القاعدي = الكمية * سعر_وحدة ؛
    اذكان (الكمية >= 1000 ) {
        السعر_النهائي = السعر_القاعدي* 0.6
    } والا اذكان (الكمية >= 500 ) {
        السعر_النهائي = السعر_القاعدي* 0.7
        } والا اذكان (الكمية >= 250 ) {
            السعر_النهائي = السعر_القاعدي* 0.8
            } والا اذكان (الكمية >= 100 ) {
                السعر_النهائي = السعر_القاعدي* 0.85
                } والا اذكان (الكمية >= 50) {
                    السعر_النهائي = السعر_القاعدي* 0.9
                    } والا اذكان (الكمية >= 10) {
                        السعر_النهائي = السعر_القاعدي* 0.95
                        } والا {
                            السعر_النهائي = السعر_القاعدي ؛
                        }
    ارجع السعر السعر_النهائي؛
}
اجراء اساسي () {
    حقيقي س، سعو
    طبيعي كم
    اكتب "فضلا ادخل سعر الوحدة"،
    اقرأ سعو
    اكتب "فضلا ادخل الكمية"،
    اقرأ كم
    س = سعر_اجمالي(كم، سعو)
    اكتب "السعر الإجمالي هو" + س
}
}
```

النص 15 : خوارزم لحساب السعر الإجمالي لسلعة ما

4 – 2 -2 السلوك العام لخوارزم "سعر_السلع" (النص 15):

في البداية يتفاعل الإجراء اساسي مع المستعمل، فيطلب منه **الكمية** ثم **سعر الوحدة**، وبعد التحصل عليهما و حفظهما في المتغيرتين المحليتين **"كم"** و **"سعو"**، يطلب **الإجراء** اساسي خدمة من الوظيفة **"سعر_اجمالي"** عبر التعليمة **س=سعر_اجمالي(كم، سعو)**، وبعد انتهاء الوظيفة **سعر_اجمالي** من مهمتها وبعد حفظ ردها في المتغيرة **"س"**، يقوم الإجراء اساسي بكتابة السعر الإجمالي على الشاشة عبر التعليمة: **اكتب "السعر الإجمالي هو" + س.**

4 – 2 -3 كتابة اكثر وضوحا للوظيفة سعر_اجمالي

كما كان الحال مع المثال الأول، يمكن اعادة الكتابة المعقدة للوظيفة **سعر_اجمالي** الواردة في النص 15، فنتحصل على الكتابة الواردة في النص 16، وفي هذا النص نرى ان التعليمة **ارجع** قد اعطيت عبارة نوعا ما معقدة، فيتم اولا تقييم العبارة، وبعد التحصل على نتيجة تقييم العبارة، ترجع التعليمة القيمة وتنه تنفيذ الوظيفة، وننبه ان هذه الصيغة الجديدة تكون ممكنة وصحيحة اذا كانت في وظيفة وان الوظيفة تنته بمجرد انتهاء التعليمة **اذكان** او مباشرة بعدها.

```
حقيقي  سعر_اجمالي (طبيعي الكمية، حقيقي سعر_وحدة) {
    حقيقي السعر_القاعدي = الكمية * سعر_وحدة
    اذكان (الكمية >= 1000 )  ارجع  السعر_القاعدي* 0.6
    اذكان (الكمية >=  500  )  ارجع  السعر_القاعدي* 0.7
    اذكان (الكمية >=  250  )  ارجع  السعر_القاعدي* 0.8
    اذكان (الكمية >=  100  )  ارجع  السعر_القاعدي* 0.85
    اذكان (الكمية >=   50  )  ارجع  السعر_القاعدي* 0.9
    اذكان (الكمية >=   10  )  ارجع  السعر_القاعدي* 0.95
    ارجع السعر السعر_القا_عدي،
}
```

النص 16 : كتابة اوضع للوظيفة سعر_اجمالي من النص 15

4 – 3 المثال الثالث: خوارزم ابراز اسماء الأرقام

يحتوي النص 17 على خوارزم يقوم بقراءة عدد من 0 الى 10 ثم يرجع اسم الرقم، فمثلا الكلمة **صفر** هي اسم العدد 0، واذا ادخل المستعمل رقما اكبر من عشرة او اصغر من صفر يقوم الخوارزم بتنبيه المستعمل عن خطئه فيكتب له: **خطأ، ادخل رقما من 0 الى 10.**

```
خوارزم اسماء_الأرقام {
    اجراء  اساسي( ) {
        طبيعي  رقم،
        اكتب "اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم بكتابة اسماء الارقام من 0 الى 10"
        اكتب "ادخل رقما من 0 الى 10 "
        اقرأ رقم
        اذا كان (رقم ==  1) {
            اكتب "واحد"
        } والا اذا كان (رقم ==  2) {
            اكتب "اثنان"
        } والا  اذا كان (رقم ==  3) {
            اكتب "ثلاثة"
        } والا  اذا كان (رقم ==  4) {
            اكتب "اربعة"
        } والا اذا كان (رقم ==  5) {
            اكتب "خمسة"
        } والا  اذا كان (رقم ==  6) {
            اكتب"ستة"
        } والا  اذا كان (رقم ==  7) {
            اكتب "سبعة"
        } والا  اذا كان (رقم ==  8) {
            اكتب "ثمانية"
        } والا  اذا كان (رقم ==  9) {
            اكتب "تسعة"
        }  والا  اذا كان (رقم ==  0) {
            اكتب "صفر"
        }  والا  اذا كان (رقم ==  10) {
            اكتب "عشرة"
        } والا {
            اكتب"خطأ،ادخل رقما من 0 الى10"
        }
    }
}
```

النص 17 : خوارزم المثال الثالث، يحول رقما الى اسم الرقم

4 - 3 – 1 النسخة الثانية لخوارزم ابراز اسماء الأرقام (النص 17)

اذا اردنا ان نجعل هذا الخوارزم اكثر تنظيما ووضوحا علينا ان نشرع فيما يلي:

- التفريق بين النشاطين الموجودين في الإجراء اساسي و هما

- التفاعل مع المستعمل، ونترك هذا النشاط على مستوى الإجراء **اساسي.**
- ايجاد اسم الرقم، ولهذا النشاط ننجز وظيفة اسمها **"حول_رقم_لاسم"**، يكون مدخلها رقم من 0 الى 10 و تكون اجابتها سلسلة من الحروف هي اما **اسم الرقم** واما التنبيه "**خطأ، الرقم يجب ان يكون من 0 الى 10"**

```
خوارزم اسماء_الأرقام_ن2 {
  سلسلة حول_رقم_لاسم(طبيعي رقم){
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "واحد"
     اذا كان (رقم == 2) ارجع "اثنان"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "ثلاثة"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "اربعة"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "خمسة"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "ستة"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "سبعة"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "ثمانية"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "تسعة"
     اذا كان (رقم == 1) ارجع "عشرة"
     ارجع "خطأ، الرقم يجب ان يكون من 0 الى 10"
  }
  اجراء اساسي( ) {
     طبيعي رقم،
     اكتب ("اهلا بكم ، هذا خوارزم يقوم بكتابة اسماء الارقام من 0 الى 10")
     اكتب ("ادخل رقما من 0 الى 10 ")
     اقرأ رقم
     اكتب (حول_رقم_لاسم(رقم))
  }
}
```

النص 18 : النسخة الثانية لخوارزم النص 17، و هي اكثر تنظيما ووضوحا

- استعمال طريقة المثال الأول لكتابة نص واضح، وهذا لكون الخوارزم **"حول_رقم_لاسم"** وظيفة.

تَظهر النسخة الثانية في النص 18، ومن بين ما نلاحظه فيها كتابة طلب تشغيل الوظيفة **حول_رقم_لاسم** في مدخل التعليمة اكتب، وهذه الكتابة صحيحة للأمرين التاليين:

- ما يوضع في مدخل التعليمة **اكتب**، كأي مدخل لأي اجراء او وظيفة، هو اي عبارة، تفضي اما مباشرة الى نتيجة نمطها **سلسلة** حروف او تفضي الى نتيجة من نمط آخر، وفي هذه الحالة تحول النتيجة الى **سلسلة** من الحروف.

- طلب تشغيل وظيفة هو في حد ذاته عبارة، وكما رأيناه من قبل، فان طلب تنفيذ وظيفة يعتبر من اصغر العبارات التي تكون نتيجتها ما ترجعه الوظيفة، فمثلا لو كانت المتغيرة **رقم** تحتوي على القيمة 6، فتقييم العبارة **حول_رقم_لاسم(رقم)** يفضي الى النتيجة "**ستة**"، وتصبح الكتابة **اكتب (حول_رقم_لاسم(رقم))** تساوي الكتابة **اكتب**("**ستة**")، ولو كانت المتغيرة **رقم** تحتوي على القيمة 17، فتقييم العبارة **حول_رقم_لاسم(رقم)** يفضي الى النتيجة "**خطأ، الرقم يجب ان يكون من 0 الى 10**" و تصبح الكتابة **اكتب (حول_رقم_لاسم(رقم))** تساوي الكتابة **اكتب**("**خطأ، الرقم يجب ان يكون من 0 الى 10**").

4 – 4 المثال الرابع: خوارزم رسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل

يقوم خوارزم النص 19 ، برسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل، وفي هذا المثال، نفترض ان القيم التي تمثل الألوان هي تلك التي تظهر في الجدول 2 وهي التي تعطى الى الإجراء المعتاد "**حدد_لون**".

4 – 4 1 - سلوك الخوارزم

في البداية يقدم الخوارزم نفسه، ثم يطرح قائمة من الاختيارات تخص لون الرسم، وبعد قراءة وفهم مختلف الاختيارات، يقوم المستعمل بإدخال خياره المتمثل في عدد طبيعي من 1 الى 8، فاذا احترم المستعمل الخيارات، يقوم الخوارزم بإيجاد اللون المناسب للخيار ثم رسم المستطيل حسب اللون الذي اراده المستعمل، اما اذا لم يحترم المستعمل الخيارات المطروحة فادخل رقما اصغر من 1 او اكبر من 8، ينبه الخوارزم المستعمل بالخطأ ولا يرسم له اي مستطيل، وعندما ينته الخوارزم من الرسم يكتب على الشاشة "**شكرا لكم، الى اللقاء**"، و يبين الشكل 1 مختلف الكتابات التي تظَهر على الشاشة كنتيجة لتفاعل الخوارزم مع المستعمل و يبين كذلك نتيجة الخوارزم و هي رسم مستطيلا اصفرا.

اللون	القيمة
ابيض	6754249
اصفر	9841121
اخضر	9874443
احمر	1435678
ازرق	5432198
بني	6765432
بنفسجي	7543245
برتقالي	3333454

جدول 2 : قيم الألوان

```
اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم برسم متواضع، ممثلا في مستطيل
اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100
اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب
ادخل رقما يمثل لونا
1  : اللون الأبيض
2  : اللون الأصفر
3  : اللون الأخضر
4  : اللون الأحمر
5  : اللون الأزرق
6  : اللون البني
7  : اللون البنفسجي
8  : اللون البرتقالي
ما هو خيارك
2
شكرا لكم، الى اللقاء
```

الشكل 1 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 19

```
خوارزم رسم_مستطيل_بلون_مختار{
    اجراء  اساسي( ) {
      طبيعي  لون؛
      منطقي  لون_موجود = صحيح ؛
      اكتب "اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم برسم متواضع، ممثلا في مستطيل"
      اكتب "اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100"
      اكتب "اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب"
      اكتب "ادخل رقما يمثل لونا "
      اكتب "1  :  اللون الأبيض  "
      اكتب "2  :  اللون الأصفر "
      اكتب "3  :  اللون الأخضر  "
      اكتب "4  :  اللون الأحمر "
      اكتب "5  :  اللون الأزرق  "
      اكتب "6  :  اللون البني  "
      اكتب "7  :  اللون البنفسجي  "
      اكتب "8  :  اللون البرتقالي  "
      اكتب "ما هو خيارك "
      اقرأ لون
      اذا كان (لون  ==  1) {
        حدد_لون (6754249)
      } والا اذا كان (لون  ==  2) {
        حدد_لون (9841121)
      } والا  اذا كان (لون  ==  3) {
        حدد_لون (9874443)
```

```
} والا  اذا كان (لون ==  4) {
    حدد_لون (1435678)
} والا اذا كان (لون ==  5) {
    حدد_لون (5432198)
} والا  اذا كان (لون ==  6) {
    حدد_لون (6765432)
} والا  اذا كان (لون ==  7) {
    حدد_لون (7543245)
} والا  اذا كان (لون ==  8) {
    حدد_لون (3333454)
} والا {
    لون_موجود = خطأ،
}
اذكان (لون_موجود ) {
    ارسم_مستطيل (100، 100، 300، 200)،
}
والا
{
    اكتب " خطأ في اخيارك اللون، اللون غير متوفر"
}
اكتب "شكرا لكم، الى اللقاء"
}
}
```

النص 19 : خوارزم رسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل

4 – 4 – 1 النسخة الثانية لخوارزم رسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل

نلاحظ في النسخة الأولى (النص 19) وجود عدد كبير من التعليمات في الإجراء **اساسي،** واحتواء هذا الأخير على اكثر من نشاط، فنجده يحتوي مثلا على نشاطين هامين يمكن عزلهما في خوارزميات جزئية (وظيفة او اجراء):

- نشاط يتكفل بعرض الاختيارات
- نشاط يقوم بتحديد اللون الذي يستعمل في الرسم.

في النسخة الثانية (النص 20) نضع تعليمات نشاط عرض الاختيارات في الوظيفة **عرض_الخيارات،** التي تقوم بالتفاعل مع المستعمل، فتعرض عليه الخيارات وتأخذ منه الخيار، وتنته الوظيفة بإرجاع الخيار الذي ادخله المستعمل.

اما نشاط تحديد اللون الذي يستعمل في الرسم فتقوم به الوظيفة **اوجد_اللون** ، التي تنطلق من الخيار الذي ادخله المستعمل وترجع اللون المناسب، وفي صورة ما اذا لم يكن لخيار المستعمل لون مناسب، ترجع الوظيفة القيمة 0، و معنى هذه القيمة ان اللون غير متوفر.

في هذه النسخة الجديدة يتقلص حجم الإجراء **اساسي**، ليصبح نشاطه مقتصرا على

- طلب خدمات الوظيفتين **عرض_الخيارات** و **اوجد_اللون**
- التحقق من توفر اللون للرسم
- رسم المستطيل

```
خوارزم رسم_مستطيل_بلون_مختار_ن2{
طبيعي عرض_الخبارات()  {
    طبيعي  خيار،
    اكتب "اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم برسم متواضع، ممثلا في مستطيل"
    اكتب "اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100"
    اكتب "اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب"
    اكتب "ادخل رقما يمثل لونا "
    اكتب "1 :  اللون الأبيض  "
    اكتب "2 :  اللون الأصفر "
    اكتب "3 :  اللون الأخضر  "
    اكتب "4 :  اللون الأحمر "
    اكتب "5 :  اللون الأزرق  "
    اكتب "6 :  اللون البني  "
    اكتب "7 :  اللون البنفسجي  "
    اكتب "8 :  اللون البرتقالي  "
    اكتب "ما هو خيارك "
    اقرأ خيار
    ارجع خيار
}
طبيعي اوجد_اللون (طبيعي  خيار)  {
    طبيعي  اللون،
    اذا كان (خيار ==  1) {
        اللون = 6754249)
    } والا اذا كان (خيار ==  2) {
        اللون = 9841121)
    } والا  اذا كان (خيار ==  3) {
        اللون = 9874443)
    } والا  اذا كان (خيار ==  4) {
```

```
                                                    اللون = 1435678)
                                        } والا اذا كان (خيار ==  5) {
                                                    اللون = 5432198)
                                        } والا  اذا كان (خيار ==  6) {
                                                    اللون = 6765432)
                                        } والا  اذا كان (خيار ==  7) {
                                                    اللون = 7543245)
                                        } والا  اذا كان (خيار ==  8) {
                                                    اللون = 3333454)
                                        } والا {
                                                    اللون = 0
                                        {
            ارجع اللون،
    {
جراء  اساسي( ) {
        طبيعي خيار ، لون،
        خيار  = عرض_الخيارات()
        لون =  اوجد_اللون(خيار)
        اذكان (لون == 0 ) {
            اكتب " خطأ في اختيارك اللون، اللون غير متوفر"
        {
        والا {
            حدد_لون (لون)
            ارسم_مستطيل (100، 100، 300، 200)،
        {
        اكتب "شكرا لكم، الى اللقاء"
    {
{
```

النص 20 : النسخة الثانية لخوارزم النص 19

4 – 4 – 2 السلوك العام للخوارزم في نسخته الثانية (النص 20):

ينطلق الخوارزم من الإجراء **اساسي** الذي يقوم في اول الأمر بطلب خدمة الوظيفة **عرض_الخيارات()**، و ينتظر ردها، و بعد ان يدخل المستعمل خياره ردا على ما تطلبه منه الوظيفة **عرض_الخيارات()**، ترجع هذه الأخيرة خيار المستعمل الى **أساسي** الذي يخزنه فورا في المتغيرة **خيار**.

بعد هذه المرحلة الأولى يطلب الإجراء **اساسي** خدمة الوظيفة **اوجد_اللون** التي ترجع له اللون المناسب (الجدول 2) للخيار او القيمة 0 اذا كان في خيار المستعمل خطأ، ثم يتحقق **اساسي** من رد

الوظيفة **اوجد_اللون**، فان كان الرد هو 0 ينبه الخوارزم المستعمل بالكتابة " **خطأ في اختيارك اللون، اللون غير متوفر**"، اما ان كان الرد غير القيمة 0 فمعنى هذا ان اللون متوفر، فيقوم الخوارزم باختيار اللون عبر التعليمة **حدد_لون (لون)** و يرسم بعدها المستطيل، وينته الخوارزم بالكتابة "**شكرا لكم، الى اللقاء**".

ملاحظة: في بداية الإجراء اساسي نجد التعليمتين

خيار = عرض_الخيارات()

لون = عرف_اللون(خيار)

هل يمكن اختصار التعليمتين الى تعليمة واحدة هي

لون = عرف_اللون(عرض_الخبارات())

والجواب نعم، فالوظيفة **عرف_اللون** تحتاج الى قيمة طبيعية توضع في مدخلها، فيمكن وضع قيمة ثابتة او اي عبارة بسيطة او معقدة تفضي الى قيمة طبيعية، والكتابة **عرض_الخبارات()** عبارة تفضي الى نتيجة طبيعية، وجدول تقييم العبارات (الجدول 3) يبين ذلك، ففي السطر الأول من الجدول 3، يتضح من اولويات العمليات ان القوسين الممثلين لعملية طلب تنفيذ الوظيفة **عرف_اللون** لهما الأولوية، وقبل الشروع في التنفيذ تقيم العبارة **عرض_الخبارات()** الموجودة داخل القوسين، وهنا نستعمل جدولا ثانيا (الجدول 4) خاصا بتقييم العبارة **عرض_الخبارات()**، وبما ان القوسين فارغين يشرع في تنفيذ الوظيفة **عرض_الخبارات()**، وهكذا يظهر لنا ان تنفيذ الوظيفة **عرض_الخبارات()** سبق تنفيذ الوظيفة **عرف_اللون**.

نفترض هنا ان القيمة التي ادخلها المستعمل في سياق تنفيذ الوظيفة **عرض_الخبارات()** هي 3، فعند انهاء الوظيفة **عرض_الخبارات()** عملها نتحصل على قيمة تقييمها وهي القيمة التي ارجعتها اي 3 (الجدول 4)، ووضعت هذه القيمة في المتغيرة الظرفية **ظ1**، وعد هذا التقييم نرجع الى الجدول الأول لنتابع تقييم العبارة الأصلية **لون= عرف_اللون(عرض_الخبارات())**

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	لون = عرف_اللون(عرض_الخبارات())	( )	عرف_اللون(عرض_الخبارات())	3	مظ1
2	لون = عرف_اللون(مظ1)	( )	عرف_اللون(مظ1)	987444 3	مظ2
3	لون = مظ2	=	لون = مظ2	987444 3	لون
	9874443				لون

جدول 3 : تقييم العبارة لون = عرف_اللون(عرض_الخبارات())

مرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	عرض_الخبارات()	( )	عرض_الخبارات()	3	مظ1
	3				مظ1

جدول 4 : تقييم العبارة عرض_الخبارات() نفترض ان المستعمل ادخل الرقم 3

4 – 4 – 2 نسخة ثانية للوظيفة "اوجد_اللون"

كما فعلنا سابقا، يمكننا ان نعيد كتابة الوظيفة **"اوجد_اللون"** ليكون شكلها اخف من الشكل في النص 20، وقابل للفهم بشكل اسرع، وهذا ما يظهره النص 21.

```
طبيعي اوجد_اللون (طبيعي خيار) }
    اذا كان (خيار == 1) ارجع 6754249 ؛
    اذا كان (خيار == 2) ارجع 9841121 ؛
    اذا كان (خيار == 3) ارجع 9874443 ؛
    اذا كان (خيار == 4) ارجع 1435678 ؛
    اذا كان (خيار == 5) ارجع 5432198 ؛
    اذا كان (خيار == 6) ارجع 6765432 ؛
    اذا كان (خيار == 7) ارجع 7543245 ؛
    اذا كان (خيار == 8) ارجع 3333454 ؛
    ارجع 0 ؛
{
```

النص 21 : النسخة الثانية للوظيفة اوجد_اللون

الفصل الخامس عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

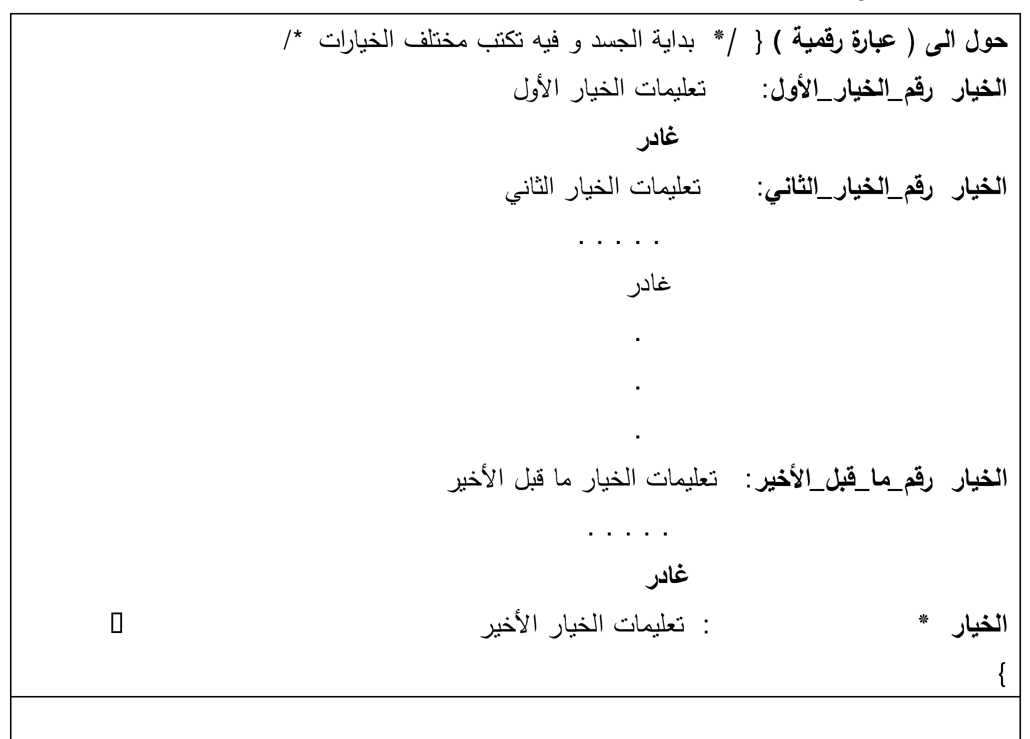
التعليمة الشرطية الرقمية

1 - التعريف

أُدخلت هذه التعليمة لتسهيل التعبير عن بعض الحالات التي تتعقد فيها الكتابة باستعمال الأشكال المتداخلة للتعليمة الشرطية المنطقية (الفصل 14)، كما هو الشأن بالنسبة للنسخة الأولى من الخوارزم الذي يقوم بقراءة عدد من 0 الى 10 ثم يرجع اسم الرقم، أو للنسخة الأولى للخوارزم الذي يرسم مستطيلا بلون يحدده المستعمل.

و تتكون **التعليمة الشرطية الرقمية** من (النص 1):

- رأس يحتوي على الكلمتين **حول الى** متبوعة بعبارة، تقييمها يجب ان يفضي الى **قيمة طبيعية**.
- جسد يحتوي على عدة **خيارات**، ويحتوي كل خيار على كتلة من التعليمات.
- في اغلب الحالات، آخر تعليمة في كتلة اي **خيار**، ما عدا الخيار الأخير، هي التعليمة **"غادر"** التي تنه فورا التعليمة الشرطية الرقمية.
- لا يشترطة في كتلة خيار ما ان تبدأ و تنته بالأحرف التي تبين بداية و نهاية الكتلة، اي الحاضنتين { و }.



حول الى (عبارة رقمية) { /* بداية الجسد و فيه تكتب مختلف الخيارات */

الخيار رقم_الخيار_الأول: تعليمات الخيار الأول

غادر

الخيار رقم_الخيار_الثاني: تعليمات الخيار الثاني

. . . . .

غادر

.

.

.

الخيار رقم_ما_قبل_الأخير: تعليمات الخيار ما قبل الأخير

. . . . .

غادر

الخيار * : تعليمات الخيار الأخير

}

النص 1 : الشكل العام للتعليمة الشرطية الرقمية

تبدأ كتابة كل خيار بكلمة **"الخيار"** متبوعة بقيمة **طبيعية** هي رقم الخيار متبوعا بنقطتين (:)، وتأتي بعد النقطتين كتلة من التعليمات يجب ان تنفذ اذا تم التحول الى الخيار، ويمكن ان نكتب كتلة تعليمات الخيار دون ذكر حرفي البداية و النهاية للكتلة الممثلة للخيار ({ و }).

في الشكل الشائع لكتابة التعليمة الشرطية الرقمية (النص 1)، تنته كتلة تعليمات كل خيار بالتعليمة **"غادر"** و تُمثل التعليمة **"غادر"** نهاية تنفيذ التعليمة الشرطية الرقمية، اي انها تمكن من الخروج الفوري

من جسد التعليمة الشرطية الرقمية والانتقال الى التعليمة التي تلى الجسد مباشرة، ولا حاجة لذكر التعليمة **"غادر"** في آخر خيار كتب في جسد التعليمة الشرطية الرقمية، لكون انهاء تنفيذ آخر تعليمة في آخر خيار يجعل التنفيذ ينتقل آليا الى خارج جسد التعليمة الشرطية الرقمية، وبالتحديد الى التعليمة التي تلي مباشرة جسد التعليمة الشرطية الرقمية.

ملاحظة: الخيار *: من بين الخيارات، نجد خيار**ل**ه رقم يُ رمز اليه بالنجمة (الحرف *)، ويعنى رمز النجمة ما يلي: كل الخيارات التي لم تذكر في الخيارات التي كتبت في جسد التعليمة الشرطية الرقمية، واذا ذكر **الخيار** * في جسد التعليمة، يجب ان يذكر كآخر خيار في الجسد.

2 - سلوك التعليمة الشرطية الرقمية

تبدأ التعليمة بتقييم العبارة الرقمية الموجودة بين القوسين في الرأسويُ مكن ان تكون العبارة سهلة جدا كما يُ مكن ان تكون معقدة، المهم ان تكون نتيجة تقييم العبارة من النوع **طبيعي** ، فلو افضى التقييم الى قيمة غير **طبيعية**، تكون خاطئة كتابة التعليمة الشرطية الرقمية، فيجب تصحيحها، ولا يمكن لآلية التنفيذ في هذه الحالة الأخيرة الاستمرار في العمل بل تتوقف فورا.

إذا افضى التقييم الى قيمة **طبيعية**، يتحول التنفيذ الى الخيار المناسب وهو الخيار الذي يكون رقمه يساوي القيمة التي افضى اليها تقييم العبارة الرقمية.

- إن وجد الخيار المناسب من بين الخيارات التي كتبت، تنفذ تعليمات الخيار، ثم تنفذ تعليمة **"غادر"** ان وجدت في تعليمات الخيار.
- ان لم يوجد الخيار المناسب، يبحث المنفذ عن **الخيار** *، فان ُجد نُ نفذ تعليماته وان لم يوجد َينتقل التنفيذ الى خارج التعليمة الشرطية الرقمية.

3 - أمثلة توضيحية للشكل الشائع للتعليمة الشرطية الرقمية:

3 – 1 المثال الأول: اعادة كتابة الخوارزم الذي يعطي اسم الرقم انطلاقا من رمزه (الفصل 14)

تذكير: يقوم خوارزم النص 2 بقراءة عدد من 0 الى 10 ثم يرجع اسم الرقم، فمثلا الكلمة صفر هي اسم العدد 0، واذا ادخل المستعمل رقما اكبر من عشرة او اصغر من صفر يقوم الخوارزم بتنبيه المستعمل عن خطئه فيكتب له: **خطأ، الرقم يجب ان يكون من 0 الى 10**

3 - 2 المثال الثاني: اعادة كتابة خوارزم رسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل (الفصل 14)

يقوم خوارزم النص 3، برسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل، في البداية يقدم الخوارزم نفسه، ثم يظهر قائمة من الاختيارات حول لون الرسم، بعد قراءة وفهم كيفية وصف الاختيارات، يقوم المستعمل بإدخال خياره ويقوم الخوارزم برسم المستطيل حسب اللون، واذا كان الاختيار خارج عن

الخيارات المتوفرة، يبلغ الخوارزم المستعمل ولا يرسم له المستطيل، و نفترض ان القيمة الممثلة للون ما هي ما يظهره الجدول 1 وهي التيدُ عطى الى الإجراء الشائع والمعتاد **حدد_لون**، وعندما ينته الخوارزم من الرسم يكتب على الشاشة **شكرا لكم، الى اللقاء**.

```
خوارزم اسم_الرقم {
    اجراء  اساسي( ) {
        طبيعي  رقم،
        اكتب "اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم بكتابة اسماء الارقام من 0 الى 10"
        اكتب "ادخل رقما من 0 الى 10 "
        اقرأ رقم
        حول الى ( رقم )  {   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
            الخيار 1:   اكتب "واحد"
                        غادر
            الخيار 2 :    اكتب "اثنان"
                        غادر
            الخيار 3 :    اكتب "ثلاثة"
                        غادر
            الخيار 4:    اكتب "اربعة"
                        غادر
            الخيار 5 :    اكتب "خمسة"
                        غادر
            الخيار 6 :    اكتب "ستة"
                        غادر
            الخيار 7 :    اكتب "سبعة"
                        غادر
            الخيار 8 :    اكتب "ثمانية"
                        غادر
            الخيار 9 :    اكتب "تسعة"
                        غادر
            الخيار 0 :    اكتب "صفر"
                        غادر
            الخيار 10 :   اكتب "عشرة"
                        غادر
            الخيار * :    اكتب "خطأ، الرقم يجب ان يكون من 0 الى 10 "
        }  /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
    } /*نهاية الإجراء اساسي */
}
```

النص 2 : المثال الأول: خوارزم كتابة اسم رقم من 0 الى 10

القيمة	اللون
6754249	ابيض
9841121	اصفر
9874443	اخضر
1435678	احمر
5432198	ازرق
6765432	بني
7543245	بنفسجي
3333454	برتقالي

جدول 1 : الألوان و قيمها

في هذه النسخة (النص 3) ادخل تعديل على مستوى الوظيفة **عرض_الخيارات**، ويتكفل التعديل برصد الحالات التي يخطأ فيها المستعمل فيدخل عددا سالبا او عددا اكبر من 8، ففي هذه الحالة تغير الوظيفة العدد وتحوله الى العدد 0، و بهذا يصبح سلوك الوظيفة اكثر دقة اذ انه لن يرجع الا الخيارات التي عرضت على المستعمل او العدد 0 الذي يبين ان المستعمل قد اخطأ في الاختيار.

وكنتيجة للسلوك الجديد للوظيفة **عرض_الخبارات**، لا تقوم الوظيفة **عرف_اللون** بالتأكد من ان القيمة طبيعية، فقد ضمنت الوظيفة **عرض_الخبارات** هذا، اذ انها لا ترجع الا اعدادا طبيعية، واكثر من هذا فهي ترجع عددا من مجموعة 9 اعداد هي الأعداد من 0 الى 8، وكذلك كنتيجة للسلوك الجديد، لا يستعمل الخيار *، مع امكانية استعماله بدل الخيار 0.

ملاحظة: يظهر جليا من قراءة نص الوظيفة **عرف_اللون** صعوبة التعرف على اللون الحقيقي الذي يتناسب مح كل اختيار وهذا راجع اصلا الى استعمال القيم الثابتة الممثلة للألوان، وحتى نجعل النص اكثر وضوحا واسهل فهما، نستعمل في النسخة متغيرات ثابتة، كل واحدة منها تحمل اسم لون ما وتحتوي على القيمة الممثلة للون، وكونها ثابتة يجعل محتواها الممثل للون غير قابل للتغيير.

وبما ان اللون مفهوم غير مرتبط بأي رسم او اي خوارزم، بل هو مفهوم تتقاسمه مختلف خوارزميات الرسم يستحسن ان يصرح بالمتغيرات الثابتة الممثلة لمختلف الألوان في المجال الكلي وليس في مجال خاص بوظيفة ما او إجراء ما، كما يظهر ذلك في النص 4.

خوارزم رسم_مستطيل_بلون_محدد {

```
طبيعي عرض_الخبارات() {
    طبيعي خيار،
    اكتب "اهلا بكم ، هذا خوارزم يقوم برسم متواضع، ممثلا في مستطيل"
    اكتب "اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100"
    اكتب "اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب"
    اكتب "ادخل رقما يمثل لونا "
```

```
اكتب "1 : اللون الأبيض "
اكتب "2 : اللون الأصفر "
اكتب "3 : اللون الأخضر "
اكتب "4 : اللون الأحمر "
اكتب "5 : اللون الأزرق "
اكتب "6 : اللون البني "
اكتب "7 : اللون البنفسجي "
اكتب "8 : اللون البرتقالي "
اكتب "ما هو خيارك "
اقرأ خيار
/* التحقق من الاختيار: أسليم هو ام به عيب */
اذكان (رقم < 1 || رقم > 8 ) { /* اذا كان رقم اصغر من 1 او اكبر من 8 */
    ارجع 0 /* خطأ في الاختيار */
}
ارجع خيار
}
```

```
طبيعي عرف_اللون (طبيعي خيار) {
    تحول الى ( خيار ) { /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
    الخيار 1: ارجع 6754249
    الخيار 2 : ارجع 9841121
    الخيار 3 : ارجع 9874443
    الخيار 4: ارجع 1435678
    الخيار 5 : ارجع 5432198
    الخيار 6 : ارجع 6765432
    الخيار 7 : ارجع 7543245
    الخيار 8 : ارجع 3333454
    الخيار * : ارجع 0
    } /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
}
```

```
اجراء اساسي( ) {
    طبيعي خيار ، لون،
    خيار = عرض_الخيارات()
    لون = عرف_اللون(خيار)
    اذكان (لون == 0 ) {
    اكتب " خطأ في اختيارك اللون، اللون غير متوفر"
    }
    والا
    {
```

```
        ارسم_مستطيل (100، 100، 300، 200)،
    }
    اكتب "شكرا لكم، الى اللقاء"
  {
{
```

النص 3 : اعادة كتابة خوارزم رسم مستطيل باللون الذي يختاره المستعمل (الفصل 13)

```
خوارزم رسم_مستطيل_بلون_محدد {
    ثابت طبيعي ابيض     =  6754249
    ثابت طبيعي اصفر     =  9841121
    ثابت طبيعي اخضر     =  9874443
    ثابت طبيعي احمر     =  1435678
    ثابت طبيعي ازرق     =  5432198
    ثابت طبيعي بني      =  6765432
    ثابت طبيعي بنفسجي   =  7543245
    ثابت طبيعي برتقالي  =  3333454
    ثابت طبيعي لون_غير_متوفر = 0

    طبيعي عرض_الخبارات() {
        .....
    {

    طبيعي عرف_اللون (طبيعي خيار) {
        تحول الى ( خيار ) { /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
            الخيار 1:    ارجع ابيض
            الخيار 2 :   ارجع اصفر
            الخيار 3 :   ارجع اخضر
            الخيار 4:    ارجع احمر
            الخيار 5 :   ارجع ازرق
            الخيار 6 :   ارجع بني
            الخيار 7 :   ارجع بنفسجي
            الخيار 8 :   ارجع برتقالي
            الخيار 0 :   ارجع لون_غير_متوفر
        } /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
    {

    اجراء اساسي( ) {
        . . .
    {
{
```

النص 4 : الوظيفة عرف_اللون اوضح عندما استعملت المتغيرات الثابتة الحاملو لقيم الألوان

3 – 3 المثال الثالث : خوارزم يكتب اسم اليوم انطلاقا من رقم اليوم

يطلب خوارزم النص 5 رقم يوم من ايام الأسبوع ويجيب الخوارزم بعرض اسم اليوم، و الرقم 1 هو رقم يوم الأحد.

```
خوارزم اسم_اليوم {
  اجراء اساسي ()  {
    طبيعي رقم_يوم
    اكتب "اعطني رقم اليوم، من 1 الى 7، أعطيك اسم اليوم"
    اقرأ رقم_يوم
    اذكان (رقم_يوم <  1  ||  رقم > 7 ) {  /* اذا كان رقم_يوم اصغر من 1 او اكبر من 7 */
      اكتب "خطأ، يجب ان يكون رقم اليوم من 1 الى 7، الى فرصة اخرى"
      ارجع   /* نهاية مبكرة للخوارزم  */
    }
    تحول الى (رقم_يوم )  {  /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
    الخيار 1:     اكتب  "الاحد"
                  غادر
    الخيار 2 :    اكتب  "الاثنين"
                  غادر
    الخيار 3 :    اكتب  "الثلاثاء"
                  غادر
    الخيار 4:     اكتب  "الاربعاء"
                  غادر
    الخيار 5 :    اكتب  "الخميس"
                  غادر
    الخيار 6 :    اكتب  "الجمعة"
                  غادر
    الخيار 7 :    اكتب  "السبت"
    }  /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
  }
}
```

النص 5 : خوارزم يطلب رقم اليوم و يعط اسم اليوم

4 - سلوك التعليمة الشرطية في غياب التعليمة "غادر" من خيار او اكثر:

التعليمة **"غادر"** تنه فورا التعليمة الشرطية الرقمية اذا صادفتها آلية التنفيذ، وينتقل التنفيذ الى التعليمة التي تلي جسد التعليمة الشرطية، فهي تَحول بين اختلاط الخيارات، ولو غابت في كتابة خيار ما، لاختلط هذا الخيار مع الخيار الذي يليه.

عندما يصبح خيارا ما فاعلا ، تنفذ تعليماته، فإن لم تنته تعليمات الخيار بالتعليمة **"غادر"**، يتابع المنفذ مساره فيدخل في الخيار التالي، واذا غابت التعليمة من هذا الخيار الأخير يستمر المنفذ في متابعة مساره فينفذ تعليمات الخيار الذي يلي، ويبق المنفذ على هذه الحال حتى يعثر على التعليمة **غادر** او يبلغ اخر تعليمة كتبت في جسد التعليمة الشرطية الرقمية، ويستعمل هذا السلوك في كتابة الأشكال التالية:

- خيارات عديدة لها نفس التعليمات، فعوض كتابة كل خيار واعادة كتابة التعليمات:
  - نكتب الخيارات الأولى بدون اي تعليمة (خيارات فارغة) ونكتب التعليمات في الخيار الأخير التابع لمجموعة الخيارات التي لها نفس التعليمات.
  - او نكتب الخيارات على شكل قائمة من الخيارات تنته بالنقطتين و تتبعهما التعليمات
- بعض الخيارات تحتوي على تعليمات موجودة في الخيار الذي يليه.

5 - أمثلة توضيحية عن غياب التعليمة "غاد"ر من بعض الخيارات

5 – 1 المثال الأول: إيجاد الفصل الذي يقع فيه شهر ما

يتكفل خوارزم النص 6 بإيجاد الفصل الذي يقع فيه شهر ما، فيطلب الخوارزم رقم الشهر ويرد بعرض اسم الفصل الذي ينتمي اليه الشهر، فمثلا إذا ادخل المستعمل الرقم 3، ينتقل المنفذ الى الخيار 3، فيبدأ بتنفيذه، وهذا الخيار فارغ خال من اي تعليمة، فلا يحدث اي شيء، وفي غياب تعليمة غادر، ينتقل المنفذ الى الخيار الذي يلي اي 4، ونفس ما حدث في الخيار 3 يحدث في الخيار 4، فينتقل المنفذ الى الخيار 5، فيجد تعليمة، ينفذها ثم يجد التعليمة **غادر** فتخرجه من جسد التعليمة الشرطية.

5 – 2 المثال الثاني : اسماء الأيام التي تلي يوما ما في الأسبوع

يقوم خوارزم النص 7 بتبيان اسماء الأيام التي تلي يوما ما في الأسبوع، فيدخل المستعمل رقم اليوم و يعطيه الخوارزم اسم اليوم المناسب للرقم واسماء الأيام التي تليه، فمثلا اذا ادخل المستعمل الرقم 5، يعطيه الخوارزم :الخميس الجمعة السبت

5 – 3 نسخة ثانية لخوارزم المثال الثاني (النص 8):

لا نستعمل في هذه النسخة التعليمة **اذكان** للتحقق من ان رقم اليوم هو من 1 الى 7، فكل رقم خارج هذا النطاق يتكفل به الخيار الممثل بحرف النجمة*، وفي هذه الحالة ينته الخيار 7 بتعليمة **غادر** حتى لا يختلط خيار النجمة * مع ما سبقه من خيارات.

```
خوارزم فصل_الشهر {
  اجراء اساسي ()  {
    طبيعي رقم_شهر
    اكتب "اعطني رقم الشهر... من 1 الى 12، فأعطيك اسم الفصل الذي ينتمي اليه الشهر"
    اقرأ رقم_شهر
    اذكان (رقم_شهر <  1  ||  رقم > 12 ) {   /* اذا كان رقم_يوم اصغر من 1 او اكبر من 12 */
        اكتب "خطأ، يجب ان يكون رقم الشهر من 1 الى 12، الى فرصة اخرى"
        ارجع     /* نهاية مبكرة للخوارزم  */
    }
    تحول الى (رقم_يوم )  {   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
      الخيار 12:
      الخيار  1:
      الخيار 2:      اكتب   "الشتاء"
                     غادر
      الخيار 3 :
      الخيار 4:
      الخيار 5 :      اكتب   "الربيع"
                     غادر
      الخيار 6 :
      الخيار 7 :
      الخيار 8 :      اكتب   "الصيف"
                     غادر
      الخيار 9 :
      الخيار 10 :
      الخيار 11 :     اكتب   "الخريف"
    } /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
  }
} // نهاية الخوارزم  فصل_الشهر
```

النص 6 : خوارزم في أي فصل يقع شهر ما

```
خوارزم  اسم_اليوم {
  اجراء اساسي ()  {
    طبيعي رقم_شهر
    اكتب "اعطني رقم اليوم  من 1 الى 7، أعطيك اسم اليوم و اسماء الأيام التي تليه"
    اقرأ رقم_يوم
    اذكان (رقم_شهر <  1  ||  رقم > 7 ) {   /* اذا كان رقم_يوم اصغر من 1 او اكبر من 7 */
        اكتب "خطأ، يجب ان يكون رقم اليوم من 1 الى 7، الى اللقاء"
        ارجع     /* نهاية مبكرة للخوارزم  */
```

```
}
تحول الى (رقم_يوم )  {   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
    الخيار 1:      اكتب   "الأحد"
    الخيار 2:      اكتب   "الاثنين"
    الخيار 3:      اكتب   "الثلاثاء"
    الخيار 4:      اكتب   "الأربعاء"
    الخيار 5:      اكتب   "الخميس"
    الخيار 6:      اكتب   "الجمعة"
    الخيار 7:      اكتب   "السبت"
}  /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
  {
{
```

النص 7 : خوارزم في أي فصل يقع شهر ما

```
خوارزم  اسم_اليوم {
  اجراء اساسي ()  {
    طبيعي رقم_شهر
    اكتب "اعطني رقم اليوم من 1 الى 7، أعطيك اسم اليوم و اسماء الأيام التي تليه"
    اقرأ رقم_يوم
    تحول الى (رقم_يوم )  {   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
        الخيار 1:      اكتب   "الأحد"
        الخيار 2:      اكتب   "الاثنين"
        الخيار 3:      اكتب   "الثلاثاء"
        الخيار 4:      اكتب   "الأربعاء"
        الخيار 5 :     اكتب   "الخميس"
        الخيار 6 :     اكتب   "الجمعة"
        الخيار 7 :     اكتب   "السبت"
                 غادر
    الخيار * : اكتب "خطأ، يجب ان يكون رقم اليوم من 1 الى 7، الى اللقاء"
    }  /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
  } // نهاية الإجراء اساسي
} // نهاية الخوارزم  اسم_اليوم
```

النص 8 :النسخة الثانية من خوارزم في أي فصل يقع شهر ما

الفصل السادس عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

تعليمات التكرار

---

1 – الخصائص العامة لتعليمات التكرار

تعليمات التكرار عديدة، ومن اشهر هذه التعليمات تعليمة "**مادام**" و تعليمة "**منحتى**"، والبعض منها مرتبط بالشكل الذي تنظم فيه المعطيات، كتعليمة "**لكل**" وهذه نتركها لحينها.

تتكون تعليمات التكرار من **رأس** و **جسد**.

- يحتوي **الرأس** على الكلمة التي تفيد باسم تعليمة التكرار("مادام" او "**منحتى**" **او** "**لكل**") متبوعة **بعبارة منطقية** تتحكم في التكرار، وبصفة ادق تتحكم في الدخول لجسم تعليمة التكرار.
- يحتوي **الجسد** على التعليمات التي يشرع في تنفيذها اذا صح تقييم العبارة المنطقية في الرأس.

1 - 2 السلوك العام لتعليمات التكرار:

عند بلوغ التنفيذ **رأس** تعليمة التكرار، يقوم المنفذ اولا بتقييم العبارة المنطقية، فان صحت العبارة، يدخل التنفيذ الى جسد تعليمة التكرار، فيشرع في تنفيذ تعليماته.

عند الانتهاء من تنفيذ تعليمات الجسد، عوض الخروج من الجسد لتنفيذ ما يلي الجسد من تعليمات، يرجع التنفيذ آليا الى رأس تعليمة التكرار فيعاود تقييم العبارة المنطقية من جديد، فاذا صحت العبارة المنطقية، يعود المنفذ الى داخل جسد تعليمة التكرار من جديد.

ويبق التنفيذ على هذا الحال من الدوران، اي معاودة الدخول الى جسد تعليمة التكرار كلما صحت العبارة المنطقية، ولن يخرج من هذا الدوران حتى تكون "**خطأ**" هي نتيجة تقييم العبارة المنطقية، وفي هذه الحالة تنته فورا تعليمة التكرار فلا يدخل التنفيذ جسد تعليمة التكرار، بل ينتقل مباشر الى التعليمة التي تلي جسد تعليمة التكرار.

1 - 3 المراحل التحضيرية لتعليمة التكرار

دور المراحل التحضيرية يكمن في تهيئة المتغيرات المستعملة في العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، وحسب هذا التحضير يؤول تقييم العبارة المنطقية اما للقيمة **صحيح** فيستمر الدوران في تعليمة التكرار واما للقيمة **خطأ** فتنته فورا تعليمة التكرار، وفي اغلب الكتابات نلاحظ وجود مرحلتين تحضر فيها متغيرات العبارة المنطقية:

- مرحلة مستقلة عن تعليمة التكرار، وتظهر تعليماتها قبل تعليمة التكرار.
- مرحلة تابعة لتعليمة التكرار، وتنتمي تعليماتها الى جسد تعليمة التكرار.

1 – 3 – 1 المرحلة التحضيرية المستقلة

في غالب الاحيان، يسبق التنفيذ الأول لتعليمة التكرار، وبالتحديد التقييم الأول للعبارة المنطقية، مرحلة، ممثلة بتعليمة او اكثر، يتم فيها التحضير الأولي للمتغيرات المستعملة في العبارة المنطقية، وفي

اكثر الحالات تحضر المتغيرات المستعملة في العبارة المنطقية بشكل يجعل تقييم للعبارة المنطقية يفضي الى القيمة **صحيح**، وبهذا تكون المرحلة التحضيرية هي السبب الأول لجعل الدخول الأول لجسد تعليمة التكرار ممكنا.

1 – 3 – 2 المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار

في اكثر الكتابات لتعليمة التكرار، يوجد على الأقل سبب ما لإنهاء الدوران في جسد تعليمة التكرار، وتَرَصُدُ ظهور هذا السبب تعليمات تكون في الغالب آخر ما يُنَفذ من تعليمات جسد تعليمة التكرار، وهي ما نسميها بتعليمات المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار، وتنفذ تعليمات هذه المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار قبل الرجوع ألآلي الى رأس تعليمة التكرار لإعادة تقييم العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، وهكذا اذا ظهر سبب لضرورة انهاء الدوران، تقوم تعليمات هذه المرحلة بتغيير محتوى المتغيرات المستعملة في العبارة المنطقية بشكل يجعل تقييم العبارة المنطقية يفضي الى القيمة **خطأ**، فتنته بذلك تعليمة التكرار.

تنبيه هام جدا: نلفت النظر الى خطورة نسيان كتابة تعليمات المرحلة التحضيرية التابعة للدوران، فمثل هكذا نسيان يجعل تقييم العبارة المنطقية ثابتا، فمثلا اذا كان التقييم صحيح في اول الأمر، يبق هذا التقييم ثابتا على القيمة صحيح كلما اعيد تقييم العبارة، وهكذا يصبح التكرار غير متناهي.

1 - 4 متى تُستعمل تعليمة التكرار

عندما يدرس واضع الخوارزم الإشكال الذي يريد علاجه، يلاحظ في سياق الحل الذي يصف، اي الخوارزم، وجود وضعيات او حالات متقاربة تعالج بنفس التعليمات مع اختلاف في المتغيرات المستعملة او قيم المتغيرات المستعملة، وعندما تكثر هذه الحالات المتقاربة في خوارزم ما، يصبح الخوارزم على حجم لا يطاق ، ولحل هذا الإشكال، اي تعاظم حجم الخوارزم، يقوم كاتب الخوارزم بوضع التعليمات المتشابهة مرة واحدة في جسد تعليمة التكرار، ويضيف تعليمات قليلة تمكن من تحضير المعطيات لكل حالة حين يأتي دورها.

1 - 5 تعليمة التكرار "مادام"

تكتب هذه التعليمة على الشكل الظاهر في النص 1، وتسبق عموما بمرحلة تحضيرية تهيئ فيها المتغيرات التي بنيت عليها العبارة المنطقية.

```
مادام (عبارة منطقية ) {
   /*  تعليمات الجسد  */
}
```

النص 1 : الصيغة العامة لكتابة تعليمة التكرار مادام

2 - امثلة توضيحية

2 – 1 المثال الأول: اعادة كتابة الخوارزم "رسم_مستطيلات"

في هذا المثال نعاود دراسة الإجراء الذي يرسم المستطيلات والمسمى **"رسم_مستطيلات"** (النص 2)، لنجدد كتابته باستعمال تعليمة التكرار ونبين بعد ذلك فوائد استعمال التكرار في مثل هذه الحالة.

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
  حدد_اللون(لون_مركز)
  ارسم مستطيل(س، ع، عرض، ارتفاع)                                                  /* المستطيل الأول */
  ارسم مستطيل(س - مسافة، ع - مسافة ، عرض + مسافة*2، ارتفاع + مسافة*2)          /* المستطيل الثاني */
  ارسم مستطيل(س - مسافة*2، ع – مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، ارتفاع + مسافة*4) /* المستطيل الثالث */

/* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيل المركزي */
  حدد_اللون(لون_المحيط)
ارسم مستطيل(س - مسافة*3، ع - مسافة*3، عرض + مسافة*6، ارتفاع + مسافة*6)     /* المستطيل الرابع */
ارسم مستطيل(س - مسافة*4، ع - مسافة*4، عرض + مسافة*8، ارتفاع + مسافة*8)     /* المستطيل الخامس */
ارسم مستطيل(س - مسافة*5، ع - مسافة*5، عرض + مسافة*10، ارتفاع + مسافة*10)  /* المستطيل السادس */
}
```

النص 2 : المثال الأول: خوارزم رسم المستطيلات

2 – 1 – 1 البحث عن التعليمات التي يمكن ان تكرر

في النص 2، يظهر جليا اعادة كتابة نفس التعليمة **ارسم_مستطيل** مع تغير طفيف في قيم مداخلها، وبما ان تعليمة الرسم هي الوحيدة التي يعاد كتابتها، فيعني هذا انه من الممكن ادخالها في جسم تعليمة التكرار، فبدلا من كتابتها ست مرات، نضعها داخل تعليمة تكرار لتكرر ست مرات، وفي كل تكرار يجب ان نوفر لها المعطيات الصحيحة.

2 – 1 – 2 انشاء العبارة المتحكمة في التكرار

لتكرار التعليمة ست مرات نحتاج الى متغيرة تبين لنا اولا ما هو رقم المستطيل قيد الرسم (هل هو الأول، الثاني الخ...)، لتُحضَر له المعطيات الخاصة به. فمعرفة رقم المستطيل يمكننا من:

- توفير القيم المناسبة في مداخل التعليمة **ارسم_مستطيل.**
- انهاء التكرار، فبعد رسم المستطيل السادس ينته التكرار.

ومن هنا يظهر جليا ان العبارة المتحكمة في التكرار تكون مرتبطة **بعداد** للتكرار، يبدأ مثلا بالقيمة 1 و ينته بالقيمة 6 (او يبدأ بالقيمة 0 و ينته بالقيمة 5)، ويبق التكرار قائما مادام **العداد** لم يتجاوز 6 (او 5 اذا بدأنا من 0)، وهكذا اذا افترضنا ان **"عد"** هو اسم المتغيرة التي تلعب دور العداد، فيمكن للعبارة المتحكمة في التكرار ان تكون على احد الاشكال الظاهرة في الجدول 1.

العبارة	قيم العداد
(عد <= 6)	العداد من 1 الى 6
(عد < 7)	العداد من 1 الى 6
(عد != 6)	العداد من 1 الى 6
(عد <= 5)	العداد من 0 الى 5
(عد < 6)	العداد من 0 الى 5
(عد != 5)	العداد من 0 الى 5

جدول 1 :بعض الصيغ التي يمكن بها كتابة العبارة المتحكمة في التكرار استنادا الى قيم العداد

وبهذا، اذا اخترنا العبارة الثانية من الجدول 1، يصبح رأس تعليمة التكرار على الشكل التالي :

مادام (عد < 7)

2 – 1 – 3 المراحل التحضيرية و كيفية الانتقال من رسم مستطيل الى آخر

كيف يتم الانتقال من رسم مستطيل الى آخر، وبعبارة اخرى كيف يتم الانتقال من قيمة عداد الى قيمة اخرى انطلاقا من القيمة 1 (او من 0)؟

القيمة الأولية للعداد تُسدد في المرحلة التحضيرية المستقلة عن التكرار، كما يظهر في النصين الغير كاملين (النص 3)، و تكون على احد الشكلين المتساويين التاليين:

- عند التصريح بالمتغيرة بالقيمة الأولى للعداد (النص 3، أ)
- بواسطه تعليمة شحن المتغيرة بالقيمة الأولى للعداد (النص 3،ب) بعد تصريح بدون قيمة اولية.

(أ)

```
طبيعي عد = 1 ؛
مادام (عد < 7 ) {
/* تعليمات الجسد */
   ارسم_مستطيل ( /*...تُعرف فيما بعد...*/ )
}
```

(ب)

```
طبيعي عد ؛
عد = 1 ؛
مادام (عد < 7 ) {
/* تعليمات الجسد */
   ارسم_مستطيل ( /*...تُعرف فيما بعد...*/ )
}
```

النص 3 : نصين متساويين يبينان كيفيتين لكتابة المرحلة التحضيرية المستقلة

القيم المتبقية التي يجب ان توضع في العداد، تتكفل بها تعليمات المرحلة التحضيرية التابعة لجسد تعليمة التكرار، فالقيمة الأولى للعداد تَمُكن من دخول الجسم، واذا لم تغُير هذه القيمة في الجسد لن يغادر التنفيذ تعليمة التكرار، والقيم الاخرى هي 2 في التكرار الثاني، 3 في التكرار الثالث و 6 في التكرار السادس و 7 في محاولة التكرار السابع الذي لن يتم لأن **خطأ** تكون هي قيمة العبارة **(عد< 7)**، و

هكذا يظهر جليا ضرورة اضافة 1 للمتغيرة **عد** قبل الشروع في المحاولة التالية للتكرار، والتعليمة التي تقوم بهذه المهمة هي: **عد=عد+1**، وبهذا يصبح الخوارزم الغير الكامل على صيغة النص 4.

```
طبيعي عد = 1
مادام (عد < 7 ) }
/* تعليمات الجسد */
  ارسم_مستطيل ( /*...تعرف فيما بعد...*/ )

/* قبل الشروع في التكرار التالي */
عد = عد+ 1
{
```

النص 4 : نص غير مكتمل يبين المرحلتين التحضيريتين في تعليمة التكرار لرسم 6 مستطيلات

2 – 1 – 4 كيفية توفير المعطيات المناسبة للتعليمات المكررة:

اضافة الى تعليمة المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار، يتكون جسد الخوارزم من:

- تعليمة تحديد لون المستطيل الذي سوف يرسم.
- تعليمة رسم مستطيل.

لتوفير المعطيات التي تجعل هذه التعليمات تتكيف مع كل مرحلة من مراحل التكرار، نستعمل رقم المستطيل الذي هو ايضا رقم العداد، اي ما تحمله المتغيرة **عد**.

```
طبيعي عد = 1
مادام (عد < 7 ) }
/* تعليمات الجسد */
اذا كان (عد < 4 )
   حدد_اللون(لون_مركز)
والا
   حدد_اللون(لون_محيط)
ارسم_مستطيل ( /*...تعرف فيما بعد...*/ )
/* قبل الشروع في التكرار التالي */
عد = عد+ 1،
{
```

النص 5 : نص غير مكتمل يبين كيفية توفير المعطيات المناسبة للتعليمة حدد_اللون

معطيات تعليمة تحديد اللون

فيما يخص تعليمة تحديد اللون(**حدد_اللون**)، نستعمل تعليمة شرطية تبين لنا هل رقم المستطيل قيد الرسم (اي محتوى المتغيرة **عد**)هو رقم لمستطيل تابع للمستطيلات المركزية ام هو رقم لمستطيل تابع

للمستطيلات المحيطة(النص 5)، فأرقام المستطيلات المركزية هي من 1 الى 3 وأرقام المستطيلات المحيطة هي من 4 الى 6،

معطيات تعليمة رسم مستطيل

من خلال النص الأصلي لخوارزم رسم المستطيلات (النص 2)، نرى ان التعليمة:

ارسم مستطيل(س -مسافة، ع -مسافة ،عرض+مسافة*2، ارتفاع+مسافة*2)

هي التي تناسب تعليمة الرسم في التكرار الثاني، اي عندما يكون العداد 2 (او 1 اذا كانت القيمة الأولية للعداد هي 0)

ونرى ايضا ان التعليمة:

ارسم مستطيل(س - مسافة*2،ع-مسافة*2، عرض+مسافة*4،ارتفاع +مسافة*4)

هي التي تناسب تعليمة الرسم في التكرار الثالث، اي عندما يكون العداد 3 (او2 اذا كانت القيمة الأولية للعداد هي 0)

و هاتين التعليمتين متشابهتان جدا وتختلفان فقط بالقيم الثابتة الظاهرة فيهما، ونلاحظ ان القيم الثابتة لها علاقة بالعداد، فالتعليمتين يمكن كتابتها على احد الشكلين التاليين مستعملين المتغيرة **عد**:

- في حالة استعمال عدادا من 1 الى 6 نكتب:

ارسم مستطيل(س- مسافة*(عد -1)،ع -مسافة*(عد -1)،عرض+مسافة*(عد -1) *2،ارتفاع+مسافة*(عد -1) *2)

- وفي حالة استعمال عدادا من 0 الى 5 نكتب:

ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع - مسافة*عد، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)

ملاحظة : يظهر جليا ان الكتابة الثانية هي اسهل، **ولهذا نعتمدها ونميل اليها فيما يلي، اي نستعمل عدادا من 0 الى 5.**

اذا اردنا ان نتحقق هل الكتابة السالفة تلبي الهدف، نعاود كتابتها لكل مرحلة ونلاحظ هل ما تحصلنا عليه مناسب لرسم المستطيل المناسب، ونرجع للتأكد من هذا الأمر الى النص الأصلي للخوارزم (النص 2)، فمثلا، نحاول ان نرى تعليمة رسم المستطيل الثالث، اي ذلك الذي يناسب عدادا قيمته 2، فنضع مكان المتغيرة **عد** القيمة الثابتة 2، ونتحصل على التعليمة

ارسم مستطيل(س-**مسافة*2**،ع **-مسافة*2،عرض+مسافة*2 *2،ارتفاع + مسافة*2 *2)**

اي باختصار:

ارسم مستطيل(س **– مسافة*2**، ع **- مسافة*2 ، عرض + مسافة*4، ارتفاع + مسافة*4)**

واذا رجعنا الى النص الأصلي (النص 2)، نرى ان هذه التعليمة هي حقيقة تعليمة رسم المستطيل الثالث.

تذكير: العداد المعتمد الآن هو من 0 الى 5، وان أول مستطيل عداده 0 ، والثاني عداده 1، والثالث عداده 2، الخ...

بالنسبة للمستطيل الأول، نضع مكان المتغيرة **عد** القيمة 0، لكون 0 هو رقم المستطيل الأول، ونتحصل على التعليمة التالية:

ارسم مستطيل(س-**مسافة*0**،ع -**مسافة*0**،**عرض**+**مسافة*0*2**،**ارتفاع**+**مسافة*0*2**)

اي باختصار

ارسم مستطيل(س ، ع ، **عرض، ارتفاع**)

و هذه هي تعليمة رسم المستطيل الأول اذا رجعنا الى النص الأصلي (النص 2).

2 – 1 – 5 الصيغة النهائية لخوارزم رسم المستطيلات:

وهكذا، بعد ان وفرنا المعطيات المناسبة لتعليمات التكرار المكلفة بالرسم، يصبح الإجراء رسم_المستطيلات على نسخته الجديدة الظاهرة في النص 6.

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
طبيعي عد = 0
مادام (عد < 6 ) {  /* العداد من 0 الى 5  */
  اذا كان (عد < 3 )    /*  3 هو رقم المستطيل الرابع */
    حدد_اللون(لون_مركز)
والا
    حدد_اللون(لون_محيط)
  ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)
  عد = عد+ 1،
}
```

النص 6 : النسخة الأولى لخوارزم رسم المستطيلات باستخدام تعليمة التكرار

2 – 1 - 6 كتابة ثانية للإجراء رسم_المستطيلات

وهذه ليست الكتابة الوحيدة للإجراء رسم_المستطيلات، فمثلا يمكن في اول الأمر رسم المستطيلات الثلاث للمركز في اطار تعليمة تكرار اولى، ونستعمل تعليمة تكرار ثانية لرسم المستطيلات الثلاث للمحيط كما يظهر في النص 7 وفي هذه الكتابة الثانية لا نستعمل تعليمة **اذكان** لتحديد لون الرسم.

2 – 1 – 7 مزايا استعمال تعليمات التكرار

حسب منهجية النسخة الأصلية (النص 2)، لو اردنا من الخوارزم رسم 50 مستطيلا مركزيا ورسم 100 مستطيل محيطا، لكان لزاما علينا ان نضيف 47 تعليمة الى تعليمات رسم مستطيلات

المركز و97 تعليمة الى تعليمات رسم مستطيلات المحيط، اما بالنسبة للنسخة الجديدة، فيكف فقط استبدال القيمة 6 بالقيمة 150، و3 بالقيمة 50 كما يظهر في النص 8.

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
    طبيعي عد = 0
    حدد_اللون(لون_مركز)
    مادام (عد < 3 ) {  /* العداد من 0 الى 2  لرسم مستطيلات المركز  */
      ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع  - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)
      عد = عد+ 1،
    }
    /* القيمة 3 في العداد (المتغيرة عد) هي من انهت تعليمة التكرار مادام (عد < 3 )  */
    حدد_اللون(لون_محيط)
    مادام (عد < 6 ) {  /* العداد من 3 الى 5  لرسم مستطيلات المركز  */
      ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع  - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)
      عد = عد+ 1،
}
```

النص 7 : كتابة ثانية لخوارزم النص 6

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط ) {
طبيعي عد = 0
مادام (عد < 150 ) {  /* العداد من 0 الى 150   */
  اذا كان (عد < 50 )
    حدد_اللون(لون_مركز)
والا
    حدد_اللون(لون_محيط)


  ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع  - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)
  عد = عد+ 1،
}
```

النص 8 : تغيير طفيف في النص لجعل الخوارزم يرسم 150 مستطيل

2 – 1 - 8 النسخة الثانية للإجراء رسم المستطيلات

لاستغلال ميزات تعليمات التكرار بشكل افضل نحاول ان نجعل الإجراء اكثر مرونة، فنحاول الا نستعمل القيم الثابتة كعدد مستطيلات المركز وعدد مستطيلات المحيط، فبدل القيم الثابتة نستعمل المتغيرات المصاحبة للمداخل، فمثلا نضيف مدخلين(النص 9):

- مدخلا لعدد مستطيلات المركز، ونسميه **حجم_المركز**
- مدخلا لعدد مستطيلات المحيط، ونسميه **حجم_المحيط**

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_محيط، لون_مركز، حجم_المركز، حجم_المحيط ) {
طبيعي عد = 0
/* العدد الإجمالي للمستطيلات هو: حجم_المركز+ حجم_المحيط */
مادام (عد < حجم_المركز+ حجم_المحيط ) { /* العداد من 0 الى حجم_المركز+ حجم_المحيط - 1 */
    اذا كان (عد < حجم_المركز)    حدد_اللون(لون_مركز) ؛
    والا    حدد_اللون(لون_محيط) ؛

    ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2) ؛
    عد = عد+ 1؛
}
```

النص 9 : النسخة الثانية غير مرتبطة بعدد المستطيلات

2 – 2 المثال الثاني: جمع الأعداد الأولى، اي انجاز العملية 1+2+3+ الخ

2 – 2 – 1 انجاز الخوارزم دون اللجوء الى تعليمات التكرار

ندرس في اول الأمر عواقب عدم استعمال تعليمات التكرار والاكتفاء بالتعليمات التسلسلية فقط، فلو اردنا اتباع طريقة ساذجة لكتابة مثل هذا الخوارزم غير مستعملين تعليمات التكرار لاضطررنا الى تحديد عدد الأعداد التي نريد جمعها، فننجز مثلا خوارزم لجمع 5 اعداد (النص 10) و آخر لجمع 8 اعداد، و آخر لجمع 50 عدد، وهكذا لكل رغبة نكتب خوارزما خاصا، ويظهر جليا صعوبة حل هذا الإشكال البسيط باستعمال التعليمات التسلسلية.

طبيعي جمع_الاعداد_5_الأولى() { طبيعي نتيجة = 0، نتيجة = نتيجة + 1 نتيجة = نتيجة + 2 نتيجة = نتيجة + 3 نتيجة = نتيجة + 4 نتيجة = نتيجة + 5 ارجع نتيجة }	طبيعي جمع_الاعداد_5_الأولى () { طبيعي نتيجة = 0، نتيجة = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 ارجع نتيجة } طبيعي جمع_الاعداد_5_الأولى () { ارجع 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 }

النص 10 : كتابات متساوية لخوارزم جمع_الاعداد_5_الأولى

ربما يقول قائل ننجز خوارزم يقوم بجمع عددا ما يطلب في اول الأمر، مثلا 8، ثم اذا طلب جمع عددا اكبر نغير نص الخوارزم اما بإضافة تعليمات او قيم ثابتة او حذف تعليمات او قيم ثابتة زائدة، اي ان واضع الخوارزم يعيد كل مرة ضبط الخوارزم ليتكيف مع متطلبات المستعمل، وهذا النوع من التعامل غير واقعي في عالم الخوارزميات الموجهة للتنفيذ من قبل الحاسوب، وهي من الأمور التي لا يمكن تقبلها.

لنفرض مثلا ان صاحب خوارزم ما يوجد في بلد ما، فكتب الخوارزم لتلبية رغبة خاصة جدا، ثم حوله الى برنامجا، ثم حول هذا الأخير الى لغة الألة، ثم وزعه بأعداد كبيرة في بلدان اخرى، فاذا اراد زبون ما ان يكيف الخوارزم لرغبة خاصة طرأت عليه، فعليه ان يعاود الاتصال بواضع الخوارزم ليطلب منه اعادة كتابة الخوارزم ليتكيف مع الرغبة الخاصة الجديدة، فيفعل ذلك واضع الخوارزم ويتحصل الزبون على نسخة جديدة توضع في الحاسوب وتمحى النسخة القديمة، ثم بعد ساعة تظهر رغبة خاصة اخرى، فيطلب من كاتب الخوارزم ان يعاود كتابة الخوارزم ليأخذ الرغبة الخاصة الطارئة، ويحدث هذا مع زبون واحد فكيف مع عدد كبير من الزبائن، فالخوارزم الذي يعاد كل مرة اعادة كتابته ليتكيف مع الواقع ليس بخوارزم جيد، بل خوارزما محدودا جدا، اما الخوارزم الجيد فهو ذلك الذي يتكيف مع محيطه ويلبي الرغبات المختلفة للزبون،هو الذي يُ كتب بعد فهم جيد للمشكل الذي يعالجه، وهكذا نرى استحالة انجاز خوارزم جمع الأعداد الأولى بالارتكاز فقط على التعليمات التسلسلية.

2 – 2 – 2 اساسيات حل الإشكال

في المثال الذي نحن بصدد انجاز خوارزم له، يقوم الخوارزم بجمع عدد من الأعداد انطلاقا من 1، وهنا نرى ان عدد الاعداد التي يجب جمعها لم يحدد مسبقا، وهذا يعنى امرين هامين:

- عدد الاعداد التي نريد جمعها يجب ان يكون ممثلا بمتغيرة وليس بقيمة ثابتة.
- القيمة التي تحتويها المتغيرة الممثلة لعدد الأعداد، لن تعرف الا عند تنفيذ الخوارزم، فتشحن المتغيرة اما عن طريق مداخل الخوارزم او عن طريق التفاعل مع المستعمل (تعليمة **اقرأ**)، وكما سبق وان نبهنا، نفضل ما امكن استعمال المداخل للحصول على المعطيات لجعل الخوارزم مستقل عن نشاط التفاعل مع المستعمل.

و هكذا، يصبح عدد الأعداد من المعطيات التي توفر للخوارزم عبر مداخله حين يطلب تنفيذه، فاذا اعطي للخوارزم القيمة 7 يقوم بجمع 7 اعداد اولى انطلاقا من 1، واذا اعطي مرة ثانية العدد 50، يقوم نفس الخوارزم الذي جمع 7 اعداد اولى انطلاقا من 1، بجمع 50 عددا، ومع مثل هذه الرؤيا الجديدة لا يمكن انجاز الخوارزم الا عبر تعليمة التكرار.

2 – 2 – 3 انجاز الخوارزم باللجوء الى تعليمات التكرار

ينطلق التكرار مرتكزا اولا على معلومتين:

- العدد الأول وهو القيمة الثابتة 1.
- عدد الأعداد الذيي ُوفر عبر متغيرة ممثلة لمدخل ما، ونسمي **"عدد_الأعداد"** هذا المدخل، وهو اسم المتغيرة المصاحبة للمدخل.

العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار

كيف تعرف تعليمة التكرار انها قامت بعملها، اي انها جمعت عدد من الاعداد انطلاقا من 1 ؟ لبلوغ هذا الهدف تتخذ تعليمة التكرار **عدّادا**، ينطلق من 1 الى القيمة الموجودة في المتغيرة **عدد_الأعداد** الممثلة لعدد الاعداد التي يجب جمعها، ونسمي **عد** المتغيرة الممثلة للعدّاد ويجب ان تشحن **عد** قبل الاستعمال بالقيمة 1، وفي اطار تعليمة التكرار، **ما دام** العدّاد (اي ما تحتويه المتغيرة **عد**) لم يتجاوز قيمة المتغيرة **عدد_الأعداد** ، يعاد التكرار، وهذا ما يؤدي بنا الى كتابة رأس تعليمة التكرار على الشكل التالي:

مادام (عد <= عدد_الأعداد)

التعليمات التي تكرر:

اذا عدنا الى النسخة التي نحاول من خلالها استعمال التعليمات التسلسلية فقط (النص 10) نرى ان التعليمة هي اضافة العداد نفسه، اي المتغيرة **عد**، الى نتيجة تحصلنا عليه في مرحلة سابقة، اي: **نتيجة** = **نتيجة** + **عد**، وفي المرحلة التحضيرية التي تسبق التكرار، تكون المتغيرة **نتيجة** قد شحنت بالقيمة 0، فمثلا لو طُلب من الخوارزم جمع 5 اعداد، تكون التعليمات التي تنفذ من خلال التكرار تلك التي تطهر في الجدول 2 وهي نفسها تعليمات التي ظهرت في الحل التسلسلي:

المرحلة التحضيرية: **نتيجة = 0؛ عد = 1؛** التعليمة كما تظهر في جسد تعليمة التكرار: **نتيجة = نتيجة + عد**		
العداد (مرحلة التكرار)	تعليمة التكرار بعد تعويض المتغيرة **عد** بقيمتها	محتوى **نتيجة**
1	**نتيجة = نتيجة + 1**	1
2	**نتيجة = نتيجة + 2**	3
3	**نتيجة = نتيجة + 3**	6
4	**نتيجة = نتيجة + 4**	10
5	**نتيجة = نتيجة + 5**	15
6	انهاء التكرار لكون العداد **عد** اكبر من **عدد_الأعداد**	

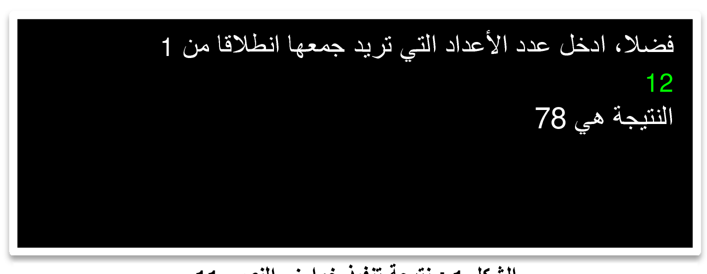
جدول 2 : تتبع تنفيذ مراحل تعليمة التكرار لجمع الأعداد الخمسة الأولى

لتفادي الوقوع في تكرار غير متناه، لا ننس المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار، فنغير فيها العداد، اي المتغيرة عد، لينتقل الى العدد الذي يلي، و يتم هذا بالتعليمة: **عد = عد+1،**

يحتوي النص 11 على الوظيفة **جمع_اولى_الاعداد** كاملة مع الإجراء **اساسي** الذي من خلاله نستغل الوظيفة **جمع_اولى_الاعداد**، ويبين الشكل 1 ما يحدثه على الشاشة سلوك فعلي للخوارزم.

```
خوارزم جمع_ألأعداد_ألأولي }
    طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_الأعداد) }
        طبيعي  نتيجة  = 0، عد = 1
        مادام (عد <= عدد_الأعداد) }
            نتيجة  = نتيجة + عد
            عد = عد+1
        {
        ارجع نتيجة
    {
    اجراء اساسي() }
        طبيعي  عدد_الأعداد ، النتيجة،
        اكتب "فضلا، ادخل عدد الأعداد التي تريد جمعها انطلاقا من 1"
        اقرأ عدد_الأعداد
        النتيجة = جمع_اولى_الاعداد (عدد_الأعداد)
        اكتب "النتيجة هي " + النتيجة
    {
{ // نهاية خوارزم  جمع_ألأعداد_ألأولي
```

النص 11 : خوارزم جمع عدد من الأعداد انطلاقا من 1



الشكل 1 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 11

2 – 2 - 4 استيعاب رغبات اوسع: اضافة تحسينات للوظيفة جمع_اولى_الاعداد

نلاحظ ان الوظيفة **جمع_اولى_الاعداد** مرتبطة بشكل قوي بالقيمة 1 كبداية للأعداد التي يتم جمعها، وهذا ليس في حد ذاته عيب، فالوظيفة على شكلها الحالي تلبي تماما ما حدد لها من رغبات.

لجعل الخوارزم اكثر مرونة، نحاول ان نستعمل متغيرة بدل من القيمة 1 الممثلة لبداية الأعداد، واستعمال متغيرة يعني ان القيمة الأولى في سلسلة القيم التي يجمعها الخوارزم يمكن ان تبدأ من قيمة مختلفة عن 1.

تنبيه: وهنا يجدر بنا ان ننبه ان المتغيرة التي تستعمل عوض القيمة الثابتة يجب ان نتحصل على قيمتها من خارج الوظيفة اما عن طريق مدخل خاص مرتبط بالمتغيرة او عن طريق التفاعل مع المستعمل عبر التعليمة **اقرأ**، و كما اسلفنا فان التحصل على القيم عبر المنافذ افضل لجعل الوظيفة غير مرتبطة باي نشاط يتفاعل فيه الخوارزم مع المستعمل، اما اذا حددت قيمة المتغيرة في نص الوظيفة فلن يجلب للوظيفة اي مرونة اضافية، لضرورة احداث تغيير في النص اذا اردناه ان يتكيف مع رغبات اخرى.

فيما يخصنا نستعمل متغيرة مرتبطة بمدخل اضافي، ونسمي **بداية_الاعداد** هذا المدخل الذي توضع فيه القيمة الأولى لسلسلة من الأعداد التي يجب جمعها، وبهذا يصبح رأس النسخة الجديدة للوظيفة **جمع_اولى_الاعداد** كالتالي:

طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_اعداد، بداية_الاعداد)

و هكذا اذا اردنا ان نطلب جمع 30 عدد ابتداءا من العدد 120، يكون طلب تشغيل الوظيفة **جمع_اولى**_الاعداد على الشكل التالي: **جمع_اولى_الاعداد (30، 120)**

النسخة الجديدة للوظيفة **جمع_اولى_الاعداد** اصبح هدفها جمع عدد من الاعداد انطلاقا من عدد ما، فهي اذا لا تجمع فقط الأعداد الأولى، بل اي سلسلة متتالية من الأعداد، ونرى هنا ان الاسم الحالي لهذه النسخة لا يعبر جيدا عن حقيقة الوظيفة، ولهذا يستحسن تغيير الاسم، والاسم الذي نعتمده هو:**"جمع_سلسلة_اعداد_متتالية"** (النص 12).

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد، ، بداية_الاعداد) }
    طبيعي نتيجة = 0، عد = بداية_الاعداد
    مادام (عد <= عدد_اعداد) }
        نتيجة = نتيجة + عد
        عد = عد+1
    {
    ارجع نتيجة
{
```

النص 12 : النسخة الجديدة للوظيفة جمع_اولى_الاعداد المسماة الآن جمع_سلسلة_اعداد_متتالية

تقييم الوظيفة جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (النص 12)

بعد هذا التغيير في الأهداف وفي شكل الرأس واستبدال القيمة 1 بمتغيرة مرتبطة بمدخل كما يظهر في النص 12، نتساءل: هل تفي الوظيفة **جمع_سلسلة_اعداد_متتالية** على شكلها في النص

12 بالمتطلبات الجديدة، اي جمع عدد من الأعداد انطلاقا من عدد ما؟ والجواب لا، الا في حالة واحدة فقط، و هي الحالة التي توضع القيمة 1 في المدخل **بداية_الاعداد**، كالتعليمة التالية

جمع_اولى_الاعداد (85، 1).

السبب الرئيسي لهذا الخلل راجع الى عدم تفريقنا في النسخة السابقة (النص 11)بين مفهومين كانا يحملان نفس القيم، وهذين المفهومين هما:

- العداد الذي يبدأ من 1 حتى يصل لقيمة **عدد_الأعداد**
- قيم الاعداد المتتالية التي تضاف في كل تكرار, والتي كانت بدايتها 1، كما هو الشأن مع العداد.

لو فرّقنا في النسخة الأولى للوظيفة **جمع_اولى_الاعداد** (النص **11)** كل المفاهيم بشكل واضح، وعاملنا كل مفهوم بما يليق به لتحصانا على الجسد الظاهر في النص 13، فالمتغيرة الممثلة للعداد هي **عد**، والمتغيرة التي تمثل القيمة التي تجمع هي **عدد**، وتنطلق المتغيرة **عدد** من 1، ثم يضاف اليها مع كل تكرار القيمة 1 للحصول على العدد التالي في سلسلة الأعداد التي تجمع،

```
طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_اعداد) {
  طبيعي نتيجة = 0، عد = 1 ،
  /* التصريح بالمتغيرة عدد، التي تحتوي في كل تكرار على قيمة من قيم سلسلة الأعداد التي تجمع */
  /* وهي التي تضاف في كل تكرار الى نتيجة تجميع القيم التي سبقتها في السلسلة */
  طبيعي عدد = 1
  مادام (عد <= عدد_اعداد) {
    نتيجة = نتيجة + عدد   /* إضافة العدد الحالي الى النتيجة */
    عدد = عدد + 1         /* الانتقال الى العدد التالي */
    عد = عد+1             /* ضبط عداد المراحل للانتقال الى المرحلة التالية */
  }
  ارجع نتيجة
}
```

النص 13 : التفريق بين دور العداد الممثل بالمتغيرة عد و دور العدد الذي يضاف في كل تكرار الممثل بالمتغيرة عدد

انطلاقا من هذه النسخة الجديدة والواضحة للوظيفة **جمع_اولى_الاعداد**(النص 13)، نستطيع بسهولة ضبط محتوى الوظيفة **جمع_سلسلة_اعداد_متتالية،** والشيء الوحيد الذي نضبطه هو فقط استبدال القيمة الثابتة 1 الممثلة للبداية بالمتغيرة المرتبطة بالمدخل **بداية_الاعداد**، كما يظهر في النص 14.

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {
    طبيعي نتيجة = 0، عد = 1 ،
    /* التصريح بالمتغيرة عدد، التي تحتوي في كل تكرار على قيمة من قيم سلسلة الأعداد التي تجمع */
    /* وهي التي تضاف في كل تكرار الى نتيجة تجميع القيم التي سبقتها في السلسلة */
    طبيعي عدد = بداية_الاعداد
    مادام (عد <= عدد_اعداد) {
        نتيجة = نتيجة + عدد   /* إضافة العدد الحالي الى النتيجة */
        عدد = عدد + 1        /* الانتقال الى العدد التالي */
        عد = عد+1            /* ضبط عداد المراحل للانتقال الى المرحلة التالية */
    }
    ارجع نتيجة
}
```

أالنص 14 : النص الصحيح للوظيفة جمع_اولى_الاعداد

2 – 3 المثال الثالث: تحسين كتابة التفاعل مع المستعمل في خوارزم حساب السعر الإجمالي:

نحاول تحسين التفاعل في الخوارزم الذي يحسب السعر الإجمالي لكمية ما من سلعة ما.

تذكير: في النسخة الأصلية يقوم الإجراء **اساسي**، بالتفاعل مع المستخدم كالتالي: يطلب الإجراء رغبة المستعمل فيكتب له على الشاشة **"هل تريد حساب السعر الإجمالي"**، ويوجهه في كيفية الإجابة، فاذا ادخل المستعمل القيمة **0**، ينته تنفيذ الإجراء **اساسي**، وبانتهائه ينته تنفيذ الخوارزم، اما اذا ادخل اي قيمة مختلفة عن **0**، يقوم الإجراء اساسي بطلب الكمية ثم السعر من المستعمل، وبعدها يطلب خدمة الوظيفة **سعر**، و بعد الحصول على الرد من الوظيفة **سعر** يقوم الإجراء بكتابته على الشاشة، يكرر الإجراء **اساسي** مرتين هذا التفاعل، اي ان الخوارزم في مجمله، يمكنه تقديم خدمة حساب السعر الإجمالي مرة او مرتين على الأكثر، ثم ينته، فإذا اردنا من الخوارزم حساب اكثر من سعرين، اعدنا طلب تنفيذه.

في النسخة الجديدة نريد من الخوارزم ان يستمر في تقديم الخدمة ولا ينته الا بعد ان يتحصل على القيمة 0 كرد على السؤال **هل تريد حساب السعر الإجمالي**، اي ان الخوارزم يمكنه ان يقدم دون توقف اكثر من خدمتي حساب السعر الإجمالي، و لبلوغ هذا الهدف نستعمل التعليمة مادام على الشكل التالي(النص 15):

- **تحديد العبارة المنطقية:** تكون هذه مبنية على نوعية الإجابة، فما دامت الإجابة التي تلتقط في المتغيرة **الخيار** لا تساوي 0، يستمر الخوارزم في تقديم خدمته للمستعمل، وبهذا يكون رأس تعليمة التكرار على الشكل التالي:

```
مادام (الخيار != 0) /* مادام الخيار مختلفا عن القيمة 0 */
```

```
خوارزم السعر_الإجمالي {
  طبيعي عدد_سعر_الجملة  = 200 ؛
  طبيعي عدد_سعر_المصنع = 12000 ؛
  حقيقي خصم_جملة = 0.15، خصم_مصنع = 0.25؛

  حقيقي سعر (طبيعي كم؛ حقيقي س_وحدة) {
   حقيقي السعر_القاعدي، السعر_الحقيقي ؛
    السعر_القاعدي= كم* س_وحدة ؛
     اذكان (كم <  عدد_سعر_الجملة) {
        ارجع السعر_القاعدي ؛
     }
  /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة */
     اذكان (كم <  عدد_سعر_المصنع) {
       السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_جملة) ؛
       ارجع السعر_الحقيقي ؛
     }
  /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع */
     السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1 - خصم_مصنع) ؛
     ارجع السعر_الحقيقي ؛
  }

  اجراء اساسي () {
     طبيعي الخيار، ك؛
     حقيقي س، سك؛
     اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
     اقرأ الخيار ؛
     مادام  (الخيار  !=  0 ) {
        اكتب " اعطني الكمية" ؛
        اقرأ ك ؛
        اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
        اقرأ س ؛
        /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع  ك و س في مداخل سعر */
        /* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                          */
        سك = سعر(ك، س) ؛
        اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
        /*  التحضير للمرحلة التالية */
        اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
        اقرأ الخيار ؛
     } /*  نهاية تعليمة مادام  (الخيار  !=  0 ) */
     اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
  }
} // نهاية خوارزم السعر_إجمالي
```

النص 15 : خوارزم حساب السعر الإجمالي لسلعة ما انطلاقا من الكمية و سعر الوحدة

- **المرحلة التحضيرية السابقة لتعليمة التكرار**:القيمة الأولى للمتغيرة الوحيدة في العبارة المنطقية، اي المتغيرة **الخيار**، يجب تعيينها في المرحلة التحضيرية، اي قبل كتابة تعليمة التكرار، وبما ان قيمة المتغيرة **الخيار** هي قيمة يحددها المستعمل، فإننا نستعمل تعليمة **اقرأ** للحصول عليها، وهكذا يسبق تعليمة التكرار التفاعل الأولي للخوارزم مع المستعمل، وهو على الشكل التالي:

اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0، والا ادخل اي رقم" ؛ **اقرأ الخيار ؛**

- **جسد تعليمة التكرار:** يحتوي جسد تعليمة التكرار على
  - تعليمات التفاعل مع المستعمل للحصول على كمية السلعة وسعر الوحدة.
  - تعليمة طلب خدمة الوظيفة **سعر.**
  - تعليمة اخبار المستعمل بالنتيجة بعد التحصل عليها من الوظيفة **سعر.**
  - تعليمات المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار.
- **المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار:** قبل الرجوع الآلي لتقييم العبارة المنطقية، يجب ان تشحن المتغيرة **الخيار** بقيمة تجعل الدوران يستمر او ينته، وبما ان قيمة المتغيرة **الخيار** هي قيمة يحددها المستعمل، فإن تعليمات هذه المرحلة هي نفس تعليمات المرحلة التحضيرية السابقة للتكرار (النص 15).

2 – 4 المثال الرابع: رسم عدد من المستطيلات الملونة والمتلاصقة

نستعمل في هذا المثال الإجراء المعتاد و الشائع التالي :

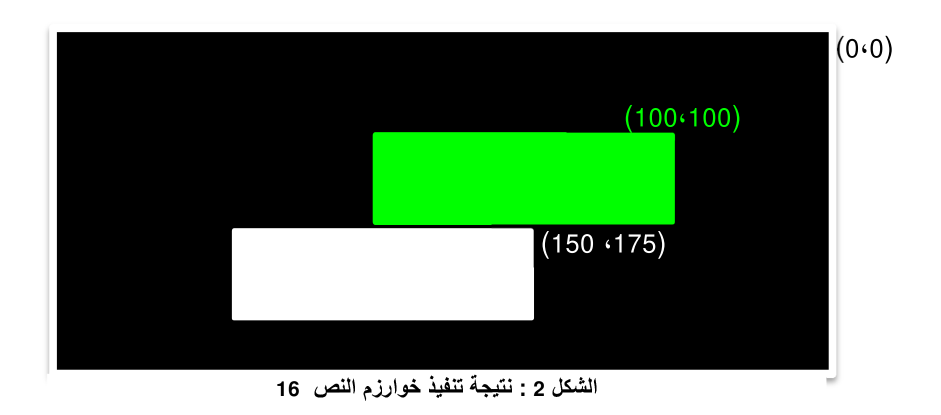
اجراء املأ_مستطيل(طبيعي س ، ع ، طول ، ارتفاع)،

و النص 16 مع ما ينتجه على الشاشة (الشكل 2) ابلغ في تعريف هذا الإجراء المعتاد.

```
خوارزم رسم_مستطيلين_مليئين {
   ثابت طبيعي ابيض     =  6754249
   ثابت طبيعي اخضر     =  9874443

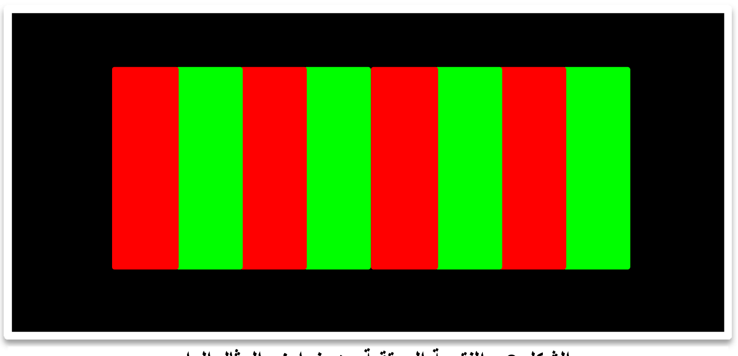
   اجراء اساسي () {
      حدد_لون (اخضر)
      املأ_مستطيل(100، 100، 150، 50)،
      حدد_لون (ابيض)
      املأ_مستطيل(175، 150، 150، 50)،
   }
} // نهاية خوارزم رسم_مستطيلين_مليئين
```

النص 16 : امثلة لتبيان كيفية استعمال الإجراء المعتاد املأ_مستطيل



الشكل 2 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 16

هدف الخوارزم : نريد من هذا الخوارزم رسم عدد من المستطيلات المتلاصقة كما يظهر ذلك في الشكل 3، ونستعمل فقط لونين للرسم.


الشكل 3 : النتيجة المرتقبة من خوارزم المثال الرابع

2 – 4 – 1 الحل الساذج

الحل الساذج ينظر الى النتيجة الموجودة امامه (الشكل 3) كأنها هي الوحيدة المرجّوة، فيركز كل تفكره على ايجاد طريقة لإنجاز الرسم الذي امامه ولا ينظر الى الرسم على انه رسم من بين رسوم كثيرة ومتشابهة، فاذا كان رسم الشكل 3 فيه 4 مستطيلات باللون الأخضر واربع باللون الأحمر، فهناك رسوم مشابهة لها 20 مستطيل اصفر و 20 مستطيل ازرق.

في الحل الساذج يستعمل الإجراء المعتاد **املأ_مستطيل** لرسم كل مستطيل بشكل منفرد، كما يظهر في النص 17 وهكذا لو رسم لصاحب هذا الخوارزم رسم يحتوي على 50 مستطيلا، لكتب 50 تعليمة رسم.

ولكون الرسم خال من بعض المعلومات، كاحداثية المستطيل الأول الواقع في اقصى اليمين، وعرض وعلو المستطيلات، وجب على واضع الخوارزم الحصول عليها، وفي هذا المثال يتحصل عليها الخوارزم من خلال التفاعل مع المستعمل.

خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة }

```
ثابت طبيعي اخضر   =  9874443
ثابت طبيعي احمر    = 1435678

اجراء اساسي () {
  طبيعي سين، عين، عرض، علو
  اكتب "ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول"
  اكتب "ادخل  س"
   اقرأ سين
  اكتب "ادخل  ع"
   اقرأ عين
اكتب "ادخل العرض"
   اقرأ عرض
  اكتب "ادخل  العلو"
   اقرأ علو

  حدد_لون (اخضر)
  املأ_مستطيل(سين، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ الأول */
  املأ_مستطيل(سين+ 2*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ الثالث */
  املأ_مستطيل(سين+ 4*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ الخامس */
  املأ_مستطيل(سين+ 6*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ السابع */

  حدد_لون (احمر)
  املأ_مستطيل(سين+ عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ الثاني */
  املأ_مستطيل(سين+ 3*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ الرابع */
  املأ_مستطيل(سين+ 5*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ السادس */
  املأ_مستطيل(سين+ 7*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل الممتلئ الثامن */
 }
} //نهاية  خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة {
```

النص 17 : الحل الساذج الأول لخوارزم رسم عدد من المستطيلات الملونة والمتلاصقة

2 - 4 – 2 الحل الثاني: استعمال التكرار

في الحل الثاني، يلاحظ واضع الخوارزم تكرار التعليمة **املأ_مستطيل** ثمان مرات، والفرق الطفيف بين التعليمات تكمن في الإحداثية **س**، فهي :

- محتوى المتغيرة **سين** (او **سين** + **0*عرض**) بالنسبة للمستطيل الأول.
- و **سين** + **1*عرض** بالنسبة للثاني.
- و **سين** + **2*عرض** بالنسبة للثالث.
- و **سين** + **3*عرض** بالنسبة لرابع، الخ ...

اذا ارتكزنا على رقم المستطيل الذي يبدأ من صفر، واذا سلمنا ان المتغيرة **عد** تمثل رقم المستطيل، فرسم اي من المستطيلات يمكن ان يكون عبر التعليمة:

املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)، /* رسم المستطيل رقم عد */

```
خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة {
   ثابت طبيعي اخضر    =  9874443
   ثابت طبيعي احمر    = 1435678

 اجراء اساسي () {
   طبيعي عد،
   طبيعي سين، عين، عرض، علو
   اكتب "ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول"
   اكتب "ادخل  س"
   اقرأ سين
   اكتب "ادخل  ع"
   اقرأ عين
   اكتب "ادخل العرض"
   اقرأ عرض
   اكتب "ادخل  العلو"
   اقرأ علو
   /* رسم المستطيلات الخضراء */
   عد= 0
   حدد_لون (اخضر)
   مادام (عد < 8 ) { /* الترقيم يبدأ من 0، ورقم المستطيل الثامن هو 7 */
     املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل رقم عد */
     عد = عد + 2
   }
   عد = 1
   حدد_لون (احمر)
   مادام (عد < 8 ) { /* الترقيم يبدأ من 0، ورقم المستطيل الثامن هو 7 */
     املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل رقم عد */
     عد = عد + 2
   }
 }
}
```

النص 18 : الحل الثاني لخوارزم رسم عدد من المستطيلات الملونة والمتلاصقة

في هذا الحل الثاني(النص 18)، يقوم الخوارزم برسم المستطيلات الخضراء ثم المستطيلات الحمراء، ونستعمل تعليمة التكرار مرتين، مرة لرسم المستطيلات الخضراء ومرة ثانية لرسم المستطيلات الحمراء.

لرسم المستطيلات الخضراء، يبدأ الترقيم من 0 ثم ينتقل الى 2 ثم الى 4 ثم الى 6، اي ان من مرحلة الى المرحلة التالية في التكرار يجب زيادة 2، ولا يمكن للرقم ان يتجاوز 7، اي يكون دائما اقل من 8.

لرسم المستطيلات الحمراء، يبدأ الترقيم من 1 ثم ينتقل الى 3 ثم الى 5 ثم الى 7، اي ان من مرحلة الى المرحلة التالية في التكرار يجب زيادة 2، ولا يمكن للرقم ان يتجاوز 7، اي يكون دائما اقل من 8.

2 - 4 – 3 الحل الثالث

في الحل الثالث، يستعمل كاتب الخوارزم تعليمة تكرار واحدة، فيها يتم رسم كل المستطيلات، فتنطلق المتغيرة **عد** من 0 و يضاف اليها في كل مرة 1، للانتقال من رسم مستطيل الى المستطيل الذي يلي والذي لابد وان يرسم بلون مختلف عن لون المستطيل الذي رسم قبله مباشرة، فالمشكل في هذه الصيغة الثالثة للخوارزم هو تحديد في كل مرة ما هو اللون الذي يجب ان يستعمل قبل الشروع في رسم اي مستطيل، و في سياق التفكير في محتوى الخوارزم، يلاحظ واضع الخوارزم الملاحظة البسيطة والهامة التالية:

- المستطيلات التي تحمل رقما زوجيا 2، 4 ، 6 ومعهم الصفر ترسم بالأخضر.
- المستطيلات التي تحمل رقما فرديا 1، 3 ، 5 و 7 ترسم بالأحمر.

والسؤال المطروح هنا هو كيف يمكن للخوارزم ان يتحقق ان الرقم قيد الاستعمال (اي محتوى المتغيرة **عد**) زوجي او احادي، ولبلوغ هذا الهدف الأخير نستعمل عملية % التي تعط بقية قسمة عددا طبيعيا بآخر، فالعبارة عد%2اذا قُيمت لصفر فمعنى هذا ان قيمة **عد** زوجية، والا فهي فردية، و بهذا نتحصل على خوارزم النص 19.

2 - 4 – 4 الحل الرابع

نستعمل في هذا الحل متغيرة تحتفظ بلون الرسم في مرحلة ما، ونسمي **لون** هذه المتغيرة، فقبل الشروع في الرسم نتفحص محتوى المتغيرة، فان كان فيها لونا ما، فمعنى هذا ان اللون الذي وجد قد استعمل في المرحلة السابقة، و علينا استعمال اللون الآخر في هذه المرحلة، فنغير اذا محتوي المتغيرة **لون** لتشحن باللون الآخر، في هذه الطريقة الجديدة لضبط لون الرسم، يجب ان تشحن المتغير **لون** بلون اول مستطيل و يتم هذا في المرحلة التحضيرية السابقة لتعليمة التكرار (اي قبل الشروع في اول دخول لتعليمة التكرار)، وهذا ما نراه في النص 20.

```
خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة {
  ثابت طبيعي اخصر   =   9874443
  ثابت طبيعي احمر    = 1435678
-----------------------------------------
  اجراء اساسي () {
    طبيعي عد،
    طبيعي سين، عين، عرض، علو
    اكتب "ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول"
    اكتب "ادخل  س"
    اقرأ سين
    اكتب "ادخل  ع"
    اقرأ عين
    اكتب "ادخل العرض"
    اقرأ عرض
    اكتب "ادخل  العلو"
    اقرأ علو
    /* رسم المستطيلات الخضراء */
    عد= 0

    مادام (عد < 8 ) { /* الترقيم يبدأ من 0، ورقم المستطيل الثامن هو 7 */

      اذكان (عد%2 == 0)
        حدد_لون (اخضر)
      والا
        حدد_لون (احمر)

      املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل رقم عد */
      عد = عد +1
    }
} // نهاية خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة {
```

النص 19 : الحل الثالث لخوارزم رسم عدد من المستطيلات الملونة والمتلاصقة

2 - 4 – 5 الحل الخامس: تنظيم هيكل الخوارزم

في هذه النسخة نحدد الانشطة المختلفة ونوكل كل نشاط الى اجراء او وظيفة، و انطلاقا من هذه الفكرة، و بعد تأمل في نص الخوارزم (النص 20)، نستخلص النشاطين التاليين:

- التفاعل مع المستعمل، و نوكله للإجراء **اساسي**
- رسم المستطيلات، ونوكل هذا النشاط الى اجراء نسميه **رسم_مستطيلات_افقيا**

```
خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة {
  ثابت طبيعي اخضر = 9874443،  احمر= 1435678
-----------------------------------------
 اجراء اساسي () {
  طبيعي عد =0،
  طبيعي لون = اخضر،
  طبيعي سين، عين، عرض، علو
  اكتب "ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول"
  اكتب "ادخل  س"
  اقرأ سين
  اكتب "ادخل  ع"
  اقرأ عين
  اكتب "ادخل العرض"
  اقرأ عرض
  اكتب "ادخل  العلو"
  اقرأ علو
 مادام (عد < 8 ) { /* الترقيم يبدأ من 0، ورقم المستطيل الثامن هو 7 */
    حدد_لون (لون)
    املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل رقم عد */
    عد = عد +1
    /*  تحديد لون المستطيل التالي */
    اذكان (لون == اخضر)
         حدد_لون (احمر)
     والا
         حدد_لون (اخضر)
 }
} // نهاية خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة
```

النص 20 : الحل الرابع لخوارزم رسم عدد من المستطيلات الملونة والمتلاصقة

زيادة على التفاعل، يقوم الإجراء **اساسي** بتحريك الإجراء **رسم_مستطيلات_افقيا** في الوقت المناسب، اي بعد تحصله على كل المعطيات التي تستعمل في الرسم.

لإنجاز عمله، لا بد للإجراء **رسم_مستطيلات_افقيا** ان يتحصل على كافة معطيات الرسم عبر مداخله، ومعطيات الرسم كما سبق وان راينا ذلك هي على التوالي: الإحداثيات **س** و **ع** للمستطيل الأول، **عرض** و **علو** كل المستطيلات، وهكذا يكون رأس الإجراء **رسم_مستطيلات_افقيا كالتالي:**

إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو)،

وتكون النسخة الخامسة كاملة على الشكل الظاهر في النص 21.

خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة { ثابت طبيعي اخضر = 9874443 ثابت طبيعي احمر = 1435678
إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو) { طبيعي لون = اخضر، طبيعي عد =0، مادام (عد < 8) { /* الترقيم يبدأ من 0، ورقم المستطيل الثامن هو 7 */ حدد_لون (لون) املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)، /* رسم المستطيل رقم عد */ عد = عد +1 /* تحديد لون المستطيل التالي */ اذكان (لون == اخضر) لون = احمر والا لون = اخضر } }
اجراء اساسي () { طبيعي سين، عين، عرض، علو اكتب "ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول" اكتب "ادخل س" اقرأ سين اكتب "ادخل ع" اقرأ عين اكتب "ادخل العرض" اقرأ عرض اكتب "ادخل العلو" اقرأ علو رسم_مستطيلات_افقيا(سين، عين، عرض، علو) }
} // نهاية خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة

النص 21 : النسخة الخامسة و فيها وضع كل نشاط في عنصر خاص به

2 - 4 – 6 التسخة السادسة: تحسين الإجراء رسم_مستطيلات_افقيا

النسخة الحالية **للإجراء رسم_مستطيلات_افقيا** (النص 21) مرتبطة بشكل عضوي بالمعلومتين الثابتتين التاليتين: عدد المستطيلات التي يمكن رسمها، اي 8، واللونين المستعملين، اي الأخضر

والأحمر، ونريد ان نجعل **رسم_مستطيلات_افقيا** اكثر مرونة، فيكون غير مرتبط بهاتين المعلومتين الثابتتين، فعدم ارتباطه بهما يجعله قادرا على رسم افقيا اي عدد من المستطيلات وقادرا على استعمال لونين آخرين غير اللونين الأخضر والأحمر.

تذكير :الطريقة التي تعلمناها لجعل اي خوارزم جزئي (اجراء او وظيفة) مرن وغير مرتبط بقيم محددة داخله، تكمن في جعل القيم تحدد من خارج الخوارزم الجزئي، فتوُفر له عبر المداخل في متغيرات مرتبطة بالمداخل حين يطلب تشغيله.

```
خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة {
    ثابت طبيعي ابيض  =  6754249 ، اصفر  =  9841121 ، اخضر  =  9874443، احمر = 1435678
    ثابت طبيعي ازرق  = 5432198، بني= 6765432، بنفسجي = 7543245، برتقالي = 3333454

    إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو، عدد_مس، لون1، لون2 ) {
        طبيعي لون = لون1،
        طبيعي عد =0،
        مادام (عد < عدد_مس ) { /* الترقيم يبدأ من 0 */
            حدد_لون (لون)
            املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)، /* رسم المستطيل رقم عد */
            عد = عد +1
            /* تحديد لون المستطيل التالي */
            اذكان (لون == لون1)
                لون = لون2
            والا
                لون = لون1
        }
    }

    اجراء اساسي () {
        رسم_مستطيلات_افقيا(100، 100، 50 ، 50 ، 5، ابيض، اصفر)
        رسم_مستطيلات_افقيا(100، 150، 50 ، 50 ، 8، احمر، ازرق)
    }
} // نهاية خوارزم رسم_مستطيلات_مليئة_متلاصقة
```

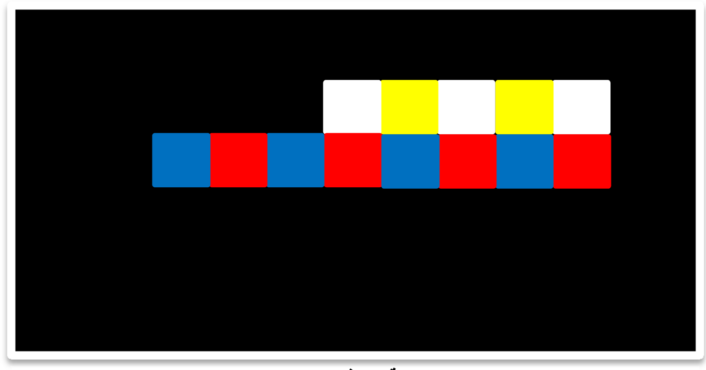
النص 22 : النسخة السادسة للإجراء رسم_مستطيلات_افقيا وكيفية استغلالها لرسم من قبل الإجراء اساسي

لجعل الإجراء **"رسم_مستطيلات_افقيا"** غير مرتبط بعدد المستطيلات نضيف مدخلا نسميه **"عدد_مس"** ويمثل هذا المدخل عدد المستطيلات التي نريد من الإجراء رسمها، وفي النص نستعمل هذا المدخل عوض القيمة 8 في النص السابق (النص 21)، ولجعل الإجراء **"رسم_مستطيلات_افقيا"** غير

مرتبط باللونين، نضيف مدخلا لكل لون، ونسمي **لون 1** و**لون 2** المدخلين، وهذا يصبح رأس الإجراء "**رسم_مستطيلات_افقيا**" الجديد كالتالي (النص 22):

إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو، عدد_مس، لون 1، لون 2)

ويبين النص 22 كيفية استعمال النسخة السادسة للإجراء "**رسم_مستطيلات_افقيا**" من اجل انتاج الرسم الذي يظهر في الشكل 4.



الشكل 4 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 22

2 - 4 – 7 تحسين اداء الإجراء "رسم_مستطيلات_افقيا": النسخة السابعة

ونعني بتحسين اداء الخوارزم "**رسم_مستطيلات_افقيا**" هو البحث عن صيغة تمكن الخوارزم من انجاز عمله في مراحل اقل، اي ان عدد التعليمات التي تنفذ تكون قليلة، ولتحديد أداء الخوارزم لا نأخذ بعين الاعتبار التصريح بالمتغيرات، فالتصريح، حتى ولو احتوى على عمليات لا يعتبر تعليمة.

في النسخة السابقة للإجراء "**رسم_مستطيلات_افقيا**" (النص 23) كل التعليمات توجد في جسم تعليمة التكرار، فمثلا لرسم 8 مستطيلات تنفذ تعليمة الرأس (تقييم العبارة المنطقية) وتعليمات الجسم 8 مرات، ولو طلب رسم 100 مستطيل لنفذت التعليمات 100 مرة.

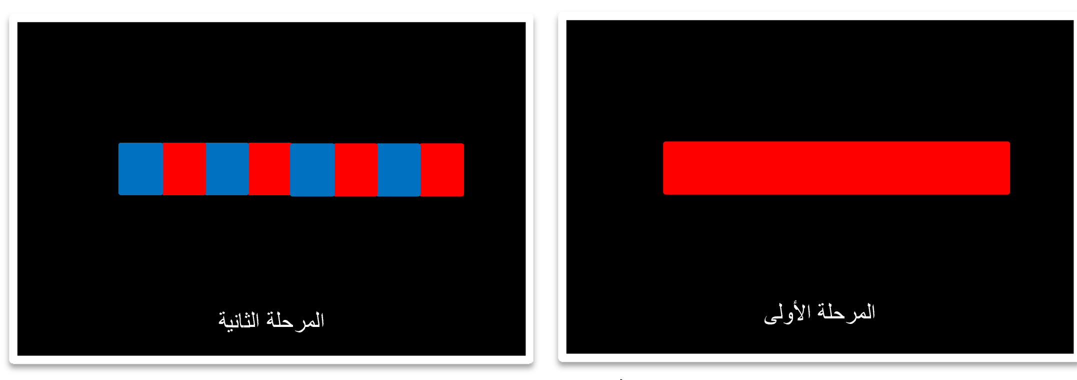
بما ان جسد تعليمة التكرار (النص 23) يحتوي على 5 تعليمات (2، 3، 4، 5، 5 : 1)، وبما ان تعليمة رأس التكرار يعاد كل مرة تنفيذها قبل الوصول الى تعليمات الجسم، فرسم 100 مستطيل يتم عبر تنقيذ (5 تعليمات الجسم + تعليمة الرأس)*100، اي 600 تعليمة.

تحسين اداء خوارزم ما يكون في الغالب نابع عن الفهم الجيد للمشكل المطروح على الخوارزم وكذلك عن قوة التحليل ودقة الملاحظة فيما يخص طريقة الحل، فمثلا، رسم اي عدد من المستطيلات يمكن ان ينجز كالتالي (الشكل 5):

- اولا، باللون الأول، رسم مستطيل اول كبير، علوه هو علو كل مستطيل وعرضه هو عرض كل المستطيلات مجتمعة، وهكذا بعملية واحدة يتم رسم كل مستطيلات اللون الأول (الشكل 5، المرحلة الأولى).
- باللون الثاني رسم باقي المستطيلات (الشكل 5، المرحلة الثانية).

	إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو ، عدد_مس، لون1، لون2) { طبيعي لون = لون1، طبيعي عد =0،
1	مادام (عد < عدد_مس) {
2	حدد_لون (لون)
3	املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،
4	عد = عد +1
5	اذكان (لون == لون1)
5 : 1	لون = لون2
5	والا
5 : 1	لون = لون1
	} }

النص 23 : تقييم النسخة السادسة للإجراء رسم_مستطيلات_افقيا



الشكل 5 : مراحل رسم 8 مستطيلات: ملئ مساحة الرسم بلون، ثم رسم نصف العدد الإجمالي للمستطيلات باللون الآخر

وهكذا اذا اردنا رسم 100 مستطيل:

- نرسم اولا المستطيل الكبير مستعملين تعليمتين فقط (النص 24، السطرين 1 و 2)
- تحديد لون باق المستطيلات مستعملين تعليمة واحد فقط (النص 24، السطر 3)
- رسم 50 مستطيلا مستعملين 3 تعليمات: تعليمة تقييم العبارة المنطقية (السطر 4)، تعليمة الرسم (السطر 5) و تعليمة اضافة 1 للمتغيرة **عد** (السطر 6).

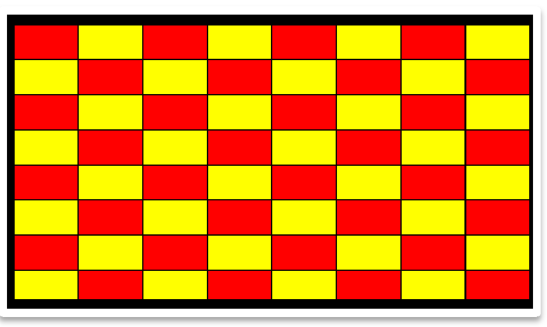
وهكذا يكون اجمالي التعليمات التي تنفذ لإنجاز الرسم كاملا، هو: 2 + 1 + 150، اي 153 تعليمة، ومع هذه النظرة الجديدة في كتابة الإجراء "**رسم_مستطيلات_افقيا**"، عوض ننفيذ 600 تعليمة، تنفذ فقط 153 تعليمة، و بهذا تحسن أداء الخوارزم بحوالي اربعة اضعاف.

```
إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو، عدد_مس، لون1، لون2 ) {
    طبيعي عد =1،
    حدد_لون (لون1)
    املأ_مستطيل(سين، عين ، عرض * عدد_مس ، علو)
    حدد_لون (لون2)
    مادام (عد < عدد_مس ) {
        املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،
        عد = عد +2
    }
}
```

النص 24 : النسخة الثالثة المحسنة للإجراء رسم_مستطيلات_افقيا

2 - 5 المثال الخامس: رسم طاولة الشطرنج على كل المساحة المتاحة للرسم

الخوارزم الذي نريد إنجازه على شكل اجراء، يقوم بإنتاج رسم يشبه طاولة الشطرنج يغطي كل المساحة المتاحة للرسم (الشكل 6)، اي ان العدد الإجمالي للمستطيلات الصغيرة هو 64، وفي كل سطر نجد 8 مستطيلات و في كل عمود نجد 8 مستطيلات، ونسمي "**رسم_الطاولة**" هذا الإجراء.



الشكل 6 : الرسم الذي نريد ان يرسمه خوارزم المثال الخامس

المعطيات التي ينطلق منها الخوارزم هي:

- استعمال مساحة الرسم كاملة، اي ان احداثيات المستطيل الأول هي (0، 0)، و لمعرفة عرض وعلو مساحة الرسم، نستعمل الوظيفتين التاليتين (مثل هاتين الوظيفلتين متاحتين في اكثر لغات البرمجة):
    - **طبيعي هات_العرض()**
    - **طبيعي هات_العلو()**
- عدد المستطيلات في كل سطر وفي كل عمود، اي عدد الأسطر وهي 8 وعدد الأعمدة وهي 8
- اللونين المستعملين في الرسم.

نرى جليا ان الإجراء **"رسم_الطاولة"**، في كل مرة يريد فيها رسم سطر، يحتاج الى الخدمة التي يقدمها الإجراء **"رسم_مستطيلات_افقيا"** 8 مرات، ، ولتشغيل الإجراء **"رسم_مستطيلات_افقيا"** يجب توفير المعطيات التالية:

- **عرض** و**علو** كل مستطيل في السطر : بما ان 8 هوعدد المستطيلات في السطر، وبما ان عرض مساحة الرسم يمكن معرفتها عبر الوظيفة **هات_العرض()**، يكون عرض كل مستطيل هو : **هات_العرض() / 8**، ونفس الطريقة تتبع لمعرفة علو كل مستطيل، وهو **هات_العلو() / 8**
- احداثيات المستطيل الأول في كل سطر: الإحداثية الأولى هي (0، 0)، الثانية يمكن ايجادها اذا عرفنا **علو** كل مستطيل، فاذا سلمنا ان المتغيرة التي تحتوي على العلو تسمى **"عل"**، تكون احداثية المستطيل ألأول في السطر الثاني هي **(0، عل)**، واحداثية المستطيل ألأول في السطر الثالث هي **(0، عل*2)**.
- اللونين المستعملين في الرسم

2 - 5 - 1 الطريقة الأولى لإنجاز الإجراء رسم_الطاولة:

في هذه الطريقة الساذجة نستعمل اللونين اصفر واحمر كما يظهر في الرسم، و نكتب 8 مرات تعليمة طلب تشغيل الإجراء **"رسم_مستطيلات_افقيا"**، كما يظهر في النص 25.

```
إجراء رسم_الطاولة (){
    طبيعي عر، عل /* عرض و علو المستطيلات الضغيرة */
    عر = هات_العرض() / 8،
    عل = هات_العلو() / 8
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، 0، عر، عل، 8، اصفر، احمر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0 ، عل، عر، عل، 8، احمر، اصفر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، عل*2، عر، عل، 8، اصفر، احمر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، عل*3، عر، عل، 8، احمر، اصفر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، عل*4، عر، عل، 8، اصفر، احمر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، عل*5، عر، عل، 8، احمر، اصفر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، عل*6، عر، عل، 8، اصفر، احمر )
    رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي 0، عل*7، عر، عل، 8، احمر، اصفر )
}
```

النص 25 : الطريقة الأولى (الساذجة) لإنجاز الإجراء رسم_الطاولة

2 - 5 – 2 الطريقة الثانية لإنجاز الإجراء رسم_الطاولة (النص 26):

في هذه الطريقة نريد انجاز خوارزم مرن، فنحاول ان نوكل الى المداخل جلب ما امكن من المعطيات، فمثلا نضع في المداخل ما يلي(الشكل 7):

```
خوارزم لعبة_الشطرنج {
  ثابت طبيعي ابيض = 6754249، اصفر= 9841121 ، اخضر= 9874443،  احمر= 1435678، ازرق =
5432198

إجراء رسم_الطاولة (طبيعي سينمر،عينمر ، عرضمر ، علومر ، عددمسطر ، عددمعمود، ل1، ل2 ) {
  طبيعي عرض= عرضمر / عددمسطر ، /* عرض المستطيلات الصغيرة المكونة للطاولة */
  طبيعي علو= علومر / عددمعمود ،  /* علو المستطيلات الضغيرة المكونة للطاولة */
  طبيعي سطر = 0
  طبيعي  لون1 = ل1،  لون 2 = ل1
  مادام (سطر < عددمعمود ) { /*  عدد مستطيلات العمود (عددمعمود) هو في حقيقته عدد اسطر الطاولة */
    رسم_مستطيلات_افقيا(سينمر ،  عينمر+علو*سطر ، عرض، علو، عددمسطر ، لون1، لون2 )
    /* تحضير المرحلة التالية، الإنتقال الى السطر التالي */
    سطر = سطر + 1،
    /* ضبط اللونين للمرحلة القادمة ، ما هو اللون الأول للسطر التالي */
    اذكان(لون1 == ل1) {
        لون1 = ل2،
        لون2  = ل1،
    }
    والا  {
        لون1 = ل1،
        لون2  = ل2،
    }
  }
}

اجراء اساسي () {
  رسم_الطاولة (10،50، 60، 30، 6، 3، اخضر، احمر )
  رسم_الطاولة (30،20، 30، 60، 3، 6، اصفر، احمر )
  رسم_الطاولة (30،100، 30، 60، 3، 6، ابيض، ازرق )
}
} // نهاية خوارزم لعبة_الشطرنج
```

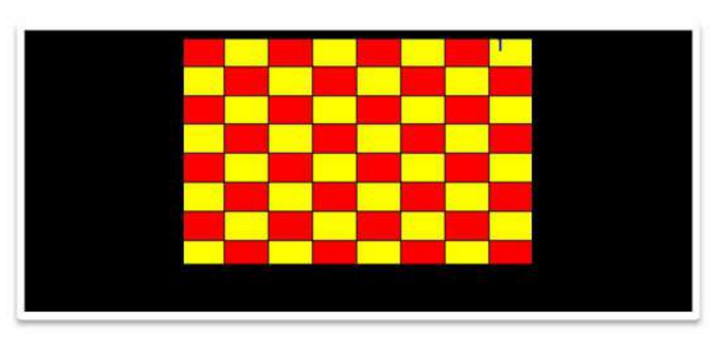
النص 26 : استغلال النسخة المرنة للخوارزم رسم_الطاولة لإنجاز رسم الشكل 8

- عرض وعلو المساحة المستهدفة من الرسم، في الطريقة الأولى استعملنا المساحة الكاملة المتمثلة في الشاشة، اما في هذه الطريقة نحدد جزءا من الشاشة لتكون مساحة للرسم، (الشكل 7)، ونسمي "**عرضمسر**" (عرض مساحة الرسم) و "**علومسر**" (علو مساحة الرسم) هذين المدخلين.

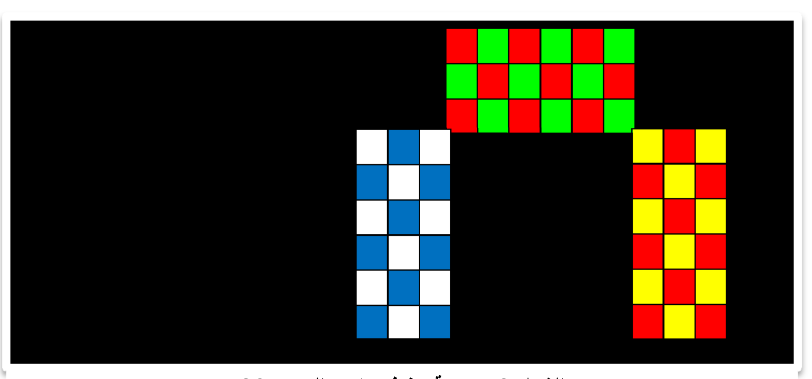
- احداثية مساحة الرسم، اي احداثية النقطة في اعلى واقصى اليمين من المساحة المخصصة للرسم، ونسمي **سينمسر** (سين مساحة الرسم) و **عينمسر** (عين مساحة الرسم) هذين المدخلين.
- عدد مستطيلات كل سطر، ونسمي **عددمسطر** (عدد مستطيلات السطر) هذا المدخل.
- عدد مستطيلات كل عمود ونسمي **عددمعمود** (عدد مستطيلات العمود) هذا المدخل.
- اللونين ونسمي **ل1** و **ل2** هذين المدخلين.

وبهذا نتحصل على الرأس التالي للإجراء **"رسم_الطاولة"** (النص 26):

إجراء رسم_الطاولة (طبيعي سينمسر،عينمسر،عرضمسر،علومسر،عددمسطر،عددمعمود،ل1،ل2)



الشكل 7 : رسم طاولة الشطرنج في مساحة محددة من المساحة الإجمالية للرسم



الشكل 8 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 26

2 - 6 المثال السادس: وظيفة القاسم المشترك الأكبر

هذه الوظيفة (النص 27) مبنية على خوارزم **"اقليدس"**، و منطلق هذه الوظيفة (اي ما يوفر في مداخلها) عددين طبيعيين في المتغيرتين **"الف"** و **"باء"**، ويكون محتوى **"الف"** اكبر من محتوى **"باء"**.

لإيجاد القاسم المشترك الأكبر لما في **"الف"** و **"باء"**:

- نقوم اولا بعملية قسمة **"الف"** على **"باء"** **(الف/ب)** ونتحصل على باقي العملية في متغيرة نسميها **"باق"**، والتعليمة التي تمكننا من حسابة الباقي هي **"الف % باء"** ، واذا كان الباقي مختلف عن الصفر نحتفظ به في المتغيرة **"باق"** مستعملين التعليمة **"باق=الف % باء"**

- ثم ننقل ما فيالتغيرة "**باء**" الى المتغيرة "**الف**" وما في "**باق**" الى "**باء**"، ويتم هذا بالتعليمتين **الف = باء؛** ثم **باء = باق؛**
- نعاود ما سبق حتى نتحصل على "**باق**" يساوي صفر، ويكون القاسم المشترك الأكبر هو الباقي ما قبل الأخير اي ما تحتويه المتغيرة "**باء**".

```
طبيعي قاسم_مشترك_اكبر (طبيعي الف، باء) {
   طبيعي باق
// نفترض ان ألف اكبر من باء
   باق = الف % باء
   مادام (باق != 0) {
       الف = باء
       باء = باق،
       باق = الف % باء،
   }
   ارجع باء،
}
```

النص 27 : وظيفة القاسم المشترك الأكبر

يمكن اعاد كتابة نفس الوظيفة بصورة اقل حجما، فنضع في العبارة المنطقية المتحكمة في التعليمة **مادام** عبارة معقدة، كما يظهر في النص 28.

```
طبيعي قاسم_مشترك_اكبر (طبيعي الف، باء) {
   طبيعي باق
// نفترض ان ألف اكبر من باء
   باق = الف % باء
   مادام ( (باق = الف % باء) != 0) {
       الف = باء
       باء = باق،
   }
   ارجع باء،
}
```

النص 28 : كتابة ثانية لوظيفة القاسم المشترك الأكبر

الفصل السابع عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

تعليمات التكرار

1 - تعليمة التكرار "منحتى" :

هي في حقيقتها كتابة مختصرة نوعا ما لعملية التكرار "**مادام**"، وتختلف التعليمة "**منحتى**" عن تعليمة "**مادام**" لكونها تحتوي في رأسها (النص 1) على ثلاثة اجزاء تفرقهم الفاصلة المنقوطة (؛):

- **الجزء الأول**: ويحتوي على تعليمات المرحلة التحضيرية الأولى، وتنفذ مرة واحدة قبل اول تقييم للعبارة المنطقية المتحكمة في التكرار.
- **الجزء الثاني**: ويحتوي على العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار.
- **الجزء الثالث:** ويحتوي على تعليمات المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار، وتنفذ آليا بعد الانتهاء من تنفيذ تعليمات الجسد وقبل اعادة تقييم العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار.

```
منحتى (الجزء الأول ؛ الجزء الثاني : لعبارة المنطقية؛ الجزء الثالث) {
    /* تعليمات الجسد */
}
```

النص 1 : الشكل العام للتعليمة منحتى

اذا قمنا بمقارنة التعليمة "**منحتى**" مع التعليمة "**مادام**" نجد ما يلي (النص 2):

- على مستوى التعليمة "**مادام**"للجزء الأول يُ كتب قبل تعليمة "**مادام**"، و يمثل المرحلة التحضيرية المستقلة عن التكرار.
- الجزء الثالث يقع في جسد التعليمة "**مادام**"، ويتكون عموما بآخر تعليمات الجسد، ويمثل المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار.

انطلاقا من هذه المقارنة، يمكن ان نقول ان التعليمتين متساويتين تماما، الا ان تعليمة "**منحتى**" تجعل الكاتب لا ينسى في الكتابة المرحلتين التحضيريتين (المرحلة التحضيرية التي تسبق التنفيذ الأول لتعليمة التكرار والمرحلةالتي يُ حضر فيها التكرار التالي) بل هي اول ما يفكر فيه كاتب الخوارزم.

(أ)	(ب)
طبيعي قاسم_مشترك_اكبر (طبيعي الف، باء) { طبيعي باق	طبيعي قاسم_مشترك_اكبر (طبيعي الف، باء) { طبيعي باق
باق = الف % باء	منحتى(**باق = الف % باء؛ باق != 0 ؛ باق = الف % باء**) }
مادام (**باق != 0**) {	
الف = باء باء = باق،	الف = باء باء = باق، }
باق = الف % باء،	
} ارجع باء، }	ارجع باء، }

النص 2 : كتابة خوارزم قاسم_مشترك_اكبر باستعمال التعليمة مادام (أ) و منحتى(ب)

1 -2 التصريح بالمتغيرات في رأس التعليمة "منحتى":

يمكن التصريح بالمتغيرات في الجزء الأول من رأس تعليمة التكرار، وتكون هذه المتغيرات محلية لتعليمة التكرار ولا يمكن الوصول اليها من خارج التعليمة، بل وجودها ينته مع انتهاء تنفيذ تعليمة "**منحتى**"، وفي اغلب الحالات

- يكون التصريح بالمتغيرات التي تتحكم في العبارة المنطقية.
- يكون التصريح بقيمة اولية، كما هو الشأن في النص 3.

```
طبيعي قاسم_مشترك_اكبر (طبيعي الف، باء) {
 منحتى(طبيعي باق = الف % باء؛ باق != 0 ؛ باق = الف % باء) {
        الف = باء
        باء = باق،
   }
  ارجع باء،
}
```

النص 3 : كيفية التصريح بالمتغيرات في رأس التعليمة منحتى

2 امثلة توضيحية

2 – 1 المثال الأول: اعادة كتابة الإجراء "رسم_مستطيلات":

في النسخة الأصلية للإجراء "**رسم_مستطيلات**" (النص 4) نرى جليا ان:

- المرحلة التحضيرية تتمثل في التصريح بقيمة اولية للمتغيرة **عد** اي: **طبيعي عد = 0**
- التحضير للتكرار الموالي متمثل في تعليمة واحدة هي: **عد = عد+ 1**،

لكتابة نفس الإجراء باستعمال التعليمة **منحتى**، نحتفظ بنفس العبارة المنطقية، ونضع في الجزء الأول التصريح **عد = 0** وفي الجزء الثالث التعليمة **عد= عد+1**، فنتحصل على النص 5.

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط، حجم_المركز، حجم_المحيط ) {
طبيعي عد = 0
مادام (عد < حجم_المركز+ حجم_المحيط ) { /* العداد من 0 الى حجم_المركز+ حجم_المحيط */
  اذا كان (عد < حجم_المركز)
    حدد_اللون(لون_مركز)
والا
    حدد_اللون(لون_محيط)


  ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)
  عد = عد+ 1،
}
```

النص 4 : الإجراء رسم_مستطيلات باستخدام التعليمة مادام

```
اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون_محيط، حجم_المركز، حجم_المحيط ) {
  منحتى (طبيعي عد = 0 ؛عد < حجم_المركز+ حجم_المحيط ؛ عد = عد+ 1) {
    اذا كان (عد < حجم_المركز)
      حدد_اللون(لون_مركز)
    والا
      حدد_اللون(لون_محيط)
  ارسم مستطيل(س – مسافة*عد، ع - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2)
}
```

النص 5 : الإجراء رسم_مستطيلات باستخدام التعليمة منحتى

2 – 2 المثال الثاني: اعادة كتابة الوظيفة جمع_سلسلة_اعداد_متتالية

لإعادة كتابة الخوارزم **جمع_سلسلة_اعداد_متتالية** (النص 6) مستعملين التعليمة **"منحتى"**، نحدد تعليمات او تصريحات الجزء الأول، وتعليمات الجزء الثاني، فالعبارة المنطقية تبقى كما هي(النص 7).

- الجزء الأول، الممثل لمرحلة تحضير التكرار، يحتوي على التصريح: **عد** = **بداية_الاعداد.**
- الجزء الثالث الذي فيه يُحضر التكرار الموالي يحتوي على التعليمة: **عد** = **عد+1.**

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {
  طبيعي نتيجة = 0، عد = 1 ،
  /* التصريح بالمتغيرة عدد، التي تحتوي في كل تكرار على قيمة من قيم سلسلة الأعداد التي تجمع */
  /* وهي التي تضاف في كل تكرار الى نتيجة تجميع القيم التي سبقتها في السلسلة */
  طبيعي عدد = بداية_الاعداد
  مادام (عد <= عدد_اعداد) {
    نتيجة = نتيجة + عدد   /* إضافة العدد الحالي الى النتيجة */
    عدد = عدد + 1         /* الانتقال الى العدد التالي */
    عد = عد+1             /* ضبط عداد المراحل للانتقال الى المرحلة التالية */
  }
  ارجع نتيجة
}
```

النص 6 : الوظيفة جمع_اولى_الاعداد مستعملة التعليمة مادام

2 - 2 – 1 اضافة تعليمات الى الجزء الأول و الثالث

يمكن ان نضيف في الجزء الأول و الثالث بعض التصريحات والتعليمات، فمثلا

- يمكن اضافة التصريح **طبيعي عدد** = **بداية_الاعداد** في الجزء الأول
- يمكن اضافة **عدد** = **عدد** + **1** في الجزء الثالث

و بهذه الإضافات نتحصل على النص 8.

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {
    طبيعي نتيجة = 0،
    طبيعي عدد = بداية_الاعداد
    منحتى ( طبيعي  عد = 1 ؛ عد <= عدد_اعداد ؛ عد = عد+1) {
        نتيجة = نتيجة + عدد
        عدد = عدد + 1   /* الانتقال الى العدد التالي */
    }
    ارجع نتيجة
}
```

النص 7 : الوظيفة جمع_اولى_الاعداد مستعملة التعليمة منحتى

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {
    طبيعي نتيجة = 0،
    منحتى (طبيعي عدد = بداية_الاعداد، طبيعي  عد = 1 ؛ عد <= عدد_اعداد ؛ عد = عد+1 ، عدد = عدد + 1 ) {
        نتيجة = نتيجة + عدد
    }
    ارجع نتيجة
}
```

النص 8 : اضافة تصريحات وتعليمات في الجزء الأول و الثالث

مع كونها صحيحة، الا ان هذه الطريقة غير مستحسنة في كتابة التعليمة **منحتى**، للأسباب التالية:

- الجزء الأول مخصص في حقيقته للتصاريح والتعليمات التي تهيأ المتغيرات المتحكمة في العبارة المنطقية، وعموما تقوم تصريحات وتعليمات هذا الجزء بشحن المتغيرات بقيم أولية.
- الجزء الثالث مخصص للتعليمات التي تكون آخر ما ينفذ من تعليمات الجسد والتي تقوم بتحضير المتغيرات المتحكمة في العبارة المنطقية قبل اعادة تقييمها.
- كتابة اجزاء مكتظة بالتعليمات والتصاريح يعقد التحكم الجيد في كتابة رأس تعليمة التكرار.

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {

    منحتى (طبيعي نتيجة=0، طبيعي عدد=بداية_الاعداد، طبيعي عد=1 ؛ عد <= عدد_اعداد ؛ عد=عد+1،عدد=عدد+1 ) {
        نتيجة = نتيجة + عدد
    }
    ارجع نتيجة ؛// المتغيرة نتيجة غير معروفة في هذا المجال، صُرح بمثلها في المجال الخاص بتعليمة منحتى ولا تعرف خارجه
}
```

النص 9 : نسخة مكتظة للتعليمة منحتى و اثرها السلبي على الخوارزم

2 - 2 – 2 مخاطر التصريح الغير ضروري في رأس التعليمة "منحتى":

اذا سلكنا الطريقة السابقة والغير المستحسنة، يمكننا ايضا اضافة التصريح "**طبيعي نتيجة =0**" الى الجزء الأول(النص 9)، ومثل هذا النص (النص 9) يحتوي على **عيب كبير** يصعب تصحيحه، خاصة عند المبتدئين، فبمجرد التصريح بالمتغيرة **نتيجة** في رأس التعليمة **منحتى، تصبح** هذه المتغيرة محلية للتعليمة "**منحتى**"، وهذا ما اشرنا اليه عندما كتبنا في السابق عن امكانية التصريح بالمتغيرات في الجزء الأول من رأس تعليمة **منحتى**، وكون المتغيرة **نتيجة** محلية للتعليمة "**منحتى**" يجعلها غير معروفة خارج التعليمة، اي ان التعليمات التي يمكن لها التعاطي مع المتغيرة "**نتيجة**" هي فقط تعليمات **رأس** و **جسد** التعليمة " **منحتى**"، ولهذا تكون التعليمة "**ارجع نتيجة**" غير صحيحة لكونها تتعامل مع متغيرة لم يتم التصريح بها في المجال الخاص للوظيفة **جمع_سلسلة_اعداد_متتالية** او في المجال العام، فالمتغيرة **نتيجة** التي صُرح بها في رأس التعليمة "**منحتى**" لا تُرى بتاتا من خارج التعليمة "**منحتى**".

```
طبيعي  نتيجة=0  /*التصريح بمتغيرة عامة */
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {
  منحتى (طبيعي  نتيجة=0، طبيعي عدد=بداية_الاعداد، طبيعي عد=1 ؛ عد <= عدد_اعداد ؛ عد=عد+1،عدد=عدد+1 ) {
      نتيجة  = نتيجة + عدد
  }
 ارجع نتيجة ؛ // المتغيرة المعنية هنا هي المتغيرة العامة  وليست المتغيرة المحلية لمجال التعليمة منحتى
}
```

النص 10 : مخاطر الكتابات الغير المستحسنة للتعليمة منحتى: نفس الاسم مستعمل لمتغيرة خاصة بالتعليمة منحتى و متغيرة عامة

```
طبيعي جمع_سلسلة_اعداد_متتالية (طبيعي عدد_اعداد ، بداية_الاعداد) {
 طبيعي  نتيجة=0  /*التصريح بمتغيرة محلية للوظيفة */
  منحتى (طبيعي  نتيجة=0، طبيعي عدد=بداية_الاعداد، طبيعي عد=1 ؛ عد <= عدد_اعداد ؛ عد=عد+1،عدد=عدد+1 ) {
      نتيجة  = نتيجة + عدد
  }
 ارجع نتيجة
}
```

النص 11 : مخاطر الكتابات الغير المستحسنة للتعليمة منحتى: نفس الاسم مستعمل لمتغيرة خاصة بالتعليمة منحتى و متغيرة محلية للوظيفة

و اخطر مما سبق، ما ورد في النص 10 و في النص 11، لكون الكتابة **ارجع نتيجة** صحيحة، فهي تتعامل مع متغيرة عامة (النص 10) او متغيرة تابعة للمجال الخاص للوظيفة (النص 11)، لكن نتيجة تنفيذ الخوارزم تكون دائما ما تحتويه المتغيرة العامة (النص 10) او المتغيرة المحلية للوظيفة (النص 11)، اي 0، و هذا راجع لأولوية المحلي على الأعم، ففي النص 10، المتغيرة **نتيجة**

التي صرح بها في رأس عملية التكرار اولى من المتغيرة العامة **نتيجة،** فكل تعليمات جسد التعليمة **منحتى** تتعامل مع المتغيرة المحلية لتعليمة **منحتى،** فقد حَجَبت المتغيرة المحلية للتعليمة **منحتى** المتغيرة العامة عن تعليمات رأس و جسد **منحتى،** ونفس الأمر يحدث في النص 11، لكون المتغيرة المحلية للوظيفة اعم من المتغيرة المحلية لتعليمة التكرار، فتعليمة التكرار تحجب عن تعليماتها المتغيرات الأعم, وتوفر المتغيرات المحلية، واذا اردنا في كلا النصين ان نتحصل على نتيجة صحيحة فعلينا بحذف التصريح واستبداله بتعليمة لنتحصل على الرأس التالي:

منحتى(نتيجة=0، طبيعي عدد=بداية_الاعداد، طبيعي عد=1؛ عدد<=عدد_اعداد؛ عد=عد+1،عدد=عدد+1)

تذكير: - الكتابة **طبيعي نتيجة=0،** تصريح بالمتغيرة نتيجة بقيمة اولية، فكل كتابة تبدأ بذكر نوع من انواع المعطيات يفهم على انها تصريح بمتغيرة، و يجب فيها اتباع قواعد التصريح بالمتغيرات. - والكتابة **نتيجة=0،** تعبر عن تعليمة شحن المتغيرة بقيمة اولية، ولتكون مثل هذه الكتابة صحيحة يجب التصريح بالمتغيرة **نتيجة** قبل ذكرها في أي تعليمة.

2 - 3 المثال الثالث: اعادة كتابة الإجراء اساسي لخوارزم تكلفة كمية من السلع

في النص الأصلي للإجراء اساسي (النص 12) تحتوي المرحلة التحضيرية لتعليمة **مادام** على تعليمتين تمكنان الخوارزم من التفاعل مع المستعمل وهما:

اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0، والا ادخل اي رقم" ؛ **اقرأ الخيار ؛**

هاتين التعليمتين يصعب كتابتهما في رأس الخوارزم، وكحل أول نترك التعليمان الطويلتان في مكانهما و ونكتف بكتابة التعليمات الصغيرة مثل **اقرأ الخيار** في الجزء الأول، ونفس الملاحظة يمكن ان نسوقها فيما يخص التعليمات التي تنفذ لتحضير التكرار الموالي، اي تلك التعليمات التي تنفذ كآخر ما ينفذ من تعليمات في التكرار قبل العودة لتقييم العبارة المتحكمة في التكرار، وهكذا نتحصل على النص 13 للإجراء **اساسي.**

خوارزم تكلفة_السلع { **طبيعي** عدد_سعر_الجملة = 200 ؛ **طبيعي** عدد_سعر_المصنع = 12000 ؛
حقيقي سعر (طبيعي كم؛ **حقيقي** س_وحدة) { **حقيقي السعر_القاعدي، السعر_الحقيقي ؛** **السعر_القاعدي**= كم * س_وحدة ؛ **اذكان (كم <** عدد_سعر_الجملة) {

```
ارجع السعر_القاعدي ؛
}
/* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة  */
اذكان (كم <  عدد_سعر_المصنع) {
السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1  - خصم_جملة) ؛
ارجع السعر_الحقيقي ؛
}
/* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع  */
السعر_الحقيقي = السعر_القاعدي*(1  - خصم_مصنع) ؛
ارجع السعر_الحقيقي ؛
}
```

```
اجراء اساسي () {
طبيعي الخيار، ك؛
حقيقي س، سك؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
اقرأ الخيار ؛
مادام  (الخيار  !=  0) {
    اكتب " اعطني الكمية" ؛
    اقرأ ك ؛
    اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
    اقرأ س ؛
    /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع  ك و س في مداخل سعر  */
    /* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                          */
    سك = سعر(ك، س) ؛
    اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
    /*  التحضير للمرحلة التاية */
    اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
    اقرأ الخيار ؛
} /*  نهاية تعليمة مادام  (الخيار  !=  0 ) */
اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
}
```

```
} // نهاية الخوارزم تكلفة_السلع
```

النص 12 : خوارزم حساب تكلفة كمية ما من سلعة ما باستعمال التعليمة مادام

2 – 4 المثال الرابع : اعادة كتابة الإجراء رسم_مستطيلات_افقيا

في النص الأصلي للخوارزم (النص 14)، نرى ان :

- المرحلة التحضيرية التي تسبق تعليمة التكرار تتكون فقط من التصريح بقيمة اولية (**طبيعي عد =0**)،
- المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار مكونة من تعليمة واحدة هي **عد = عد +1**،

```
اجراء اساسي () {
طبيعي الخيار، ك؛
حقيقي س، سك؛
اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
منحتى (اقرأ الخيار ؛ الخيار  != 0 ؛ اقرأ الخيار ) {
    اكتب " اعطني الكمية" ؛
    اقرأ ك ؛
    اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
    اقرأ س ؛
    /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع ك و س في مداخل سعر */
    /* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                */
    سك = سعر(ك، س) ؛
    اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
    /* التحضير للمرحلة التاية */
    اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
} /* نهاية التعليمة منحتى */

اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
}
```

النص 13 : خوارزم حساب تكلفة كمية ما من سلعة ما باستعمال التعليمة منحتى

في اعادة الكتابة باستعمال التعليمة منحتى (النص 15) نبقي على العبارة المنطقية كما هي ونضع:

- التصريح **طبيعي عد =0** في الجزء الأول
- التعليمة **عد = عد +1** في الجزء الثاني

تنبيه: لا نعتبر التصريح **طبيعي لون = لون1** ينتمي الى المرحلة التحضيرية لتعليمة التكرار، لكون المتغيرة المستهدفة في التصريح، اي **لون**، ليست من المتغيرات التي بنيت عليها العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، مع الإشارة ان ادراج التصريح **طبيعي لون = لون1** ضمن مكونات المرحلة التحضيرية في حال هذه الوظيفة صحيح، لكنه غير مستحسن والأفضل عدم الإدراج.

3 - الحالات الشاذة في كتابة تعليمة منحتى

2 – 1 رأس تعليمة منحتى بأجزاء فارغة

في بعض الأحيان تكون كتابة المرحلة التحضيرية معقدة او طويلة او تحتوي على تعليمات يرى واضع الخوارزم ان نص الخوارزم يكون اوضح واسهل للفهم اذا كتبت خارج رأس تعليمة منحتى، وبالتحديد قبل كتابة تعليمة منحتى، وينتج عن هذا فراغ في الجزء الأول (يصبح الجزء خال من اي تعليمة)، و في هذه الحالة تكتب تعليمة التكرار على الشكل الذي يظهر في النص 16، ونفس الأسباب يمكن ان تكون حاضرة بالنسبة للجزء الثالث، فينتج عنها جزء ثالث فارغ كما يظهر في النص **17**.

واذا اجتمعت الأسباب في كلا الجزئيين ينتج عن هذا فراغ في كلا الجزئيين كما يظهر في النص 18 و في هذه الحالة، الكتابة باستعمال التعليمة **مادام** تكون اوضح و اسلم.

```
إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو، عدد_مس، لون1، لون2 ) {
    طبيعي لون = لون1،
    طبيعي عد =0،
    مادام (عد < عدد_مس ) { /* الترقيم يبدأ من 0 */
        حدد_لون (لون)
        املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل رقم عد */
        عد = عد +1
        /*  تحديد لون المستطيل التالي */
        اذكان (لون == لون1)
            لون = لون2
        والا
            لون = لون1
    }
}
```

النص 14 : الإجراء رسم_مستطيلات_افقيا مستعملا التعليمة مادام

```
إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو، عدد_مس، لون1، لون2 ) {
    طبيعي لون = لون1،
    منحتى (طبيعي عد =0؛ عد < عدد_مس ؛ عد = عد+1 ) {
        حدد_لون (لون)
        املأ_مستطيل(سين+ عد*عرض، عين ، عرض، علو)،  /* رسم المستطيل رقم عد */

        /*  تحديد لون المستطيل التالي */
        اذكان (لون == لون1)
            لون = لون2
        والا
            لون = لون1
    }
}
```

النص 15 : الإجراء رسم_مستطيلات_افقيا مستعملا التعليمة منحتى

```
// التعليمات المعقدة للمرحلة التحضيرية تكمتب هنا
منحتى (      ؛ العبارة المنطقية؛    الجزء الثالث) {
   /*  تعليمات الجسد   */
}
```

النص 16 : تعليمة منحتى بجزء اول فارغ

```
منحتى (  الجزء الأول ؛ العبارة المنطقية؛      ) {
   /*  تعليمات الجسد   */
// التعليمات المعقدة للمرحلة التحضيرية التابعة للتكرار تكمتب هنا
}
```

النص 17 : تعليمة منحتى بجزء ثالث فارغ

```
منحتى (      ؛ العبارة المنطقية؛      ) {
   /*  تعليمات الجسد   */
}
```

النص 18 : تعليمة منحتى بجزء اول فارغ

```
اجراء اساسي () {
   طبيعي الخيار، ك؛
   حقيقي س، سك؛
   اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
      اقرأ ك ؛
   منحتى (؛ الخيار  !=  0 ؛ ) {
      اكتب " اعطني الكمية" ؛
      اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
      اقرأ س ؛
      /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع  ك و س في مداخل سعر  */
      /* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                              */
      سك = سعر(ك، س) ؛
      اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
      /*  التحضير للمرحلة التاية */
      اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0،  والا ادخل اي رقم" ؛
      اقرأ ك ؛
   } /*  نهاية تعليمة مادام  (الخيار  !=  0 ) */

   اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
}
```

النص 19 : تعليمة منحتى بدون الجزء الأول و الثالث لكون محتوى كل جزء اعتبر معقدا

2 – 2 مثال توضيحي

في مثل النص 13، يرى بعض واضعي الخوارزميات ان ادراج التعليمة "**اقرأ**" في رأس تعليمة التكرار يجعل صعبا فهم نص الخوارزم، فيفضلون اخرجها من رأس التعليمة **منحتى** كالتالي:

- التعليمة **اقرأ** الأولى الظاهرة في الجزء الأول تنتمي الى المرحلة التحضيرية التي تسبق التعليمة "**منحتى**"، فتنتقل كتابتها قبل كتابة تعليمة "**منحتى**".
- التعليمة "**اقرأ**" الثانية الظاهرة في الجزء الثالث تنتمي الى المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار، فينقل كتابتها الى داخل جسم تعليمة التكرار وبالتحديد كآخر تعليمة تنفذ في جسد التعليمة "**منحتى**".

وهكذا، نتحصل على رأس بجزء اول وثالث فارغين (النص 19)، وفي مثل هذه الحالة يستحسن استعمال التعليمة "**مادام**".

```
طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_اعداد) {
    طبيعي ن = 0، عد = 1
    مادام (عد <= عدد_اعداد) {
        ن = ن + عد ؛
        عد = عد+1 ؛
    }
    ارجع ن ؛
}
```

(أ) النسخة الأصلية باستعمال مادام

```
طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_اعداد) {
    طبيعي ن = 0 ؛
    منحتى (طبيعي عد=1؛ عد <= عدد_اعداد؛ عد=عد+1) {
        ن = ن+عد ؛
    }
    ارجع ن ؛
}
```

(ب) استبدال التعليمة مادام بالتعليمة منحتى

```
طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_اعداد) {
    طبيعي ن = 0 ؛
    منحتى (طبيعي عد=1؛ عد <= عدد_اعداد؛ ن= ن+عد، عد=عد+1) ؛
    ارجع ن ؛
}
```

(ج) التعليمة منحتى بدون جسد

```
طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_اعداد) {
    طبيعي ن = 0 ؛
    منحتى(طبيعي عد=1؛ عد<=عدد_اعداد؛ ن=ن+عد، عد=عد+1) { }
    ارجع ن ؛
}
```

(د): التعليمة منحتى بجسد فارغ

النص **20** : تعليمة منحتى بجسد فارغ

2 -3 تعليمة منحتى بدون جسد او بجسد فارغ

في بعض الحالات يكون جسد تعليمة "**منحتى**" مكونا من تعليمة واحدة (النص 20: ب)، بل اقل من ذلك اي جسد فارغ، كما نراه جليا في اعادة كتابة نص الوظيفة **جمع_اولى_الاعداد** (النص 20:ج،د)، ففي الكتابة الأولى المستعملة لتعليمة **منحتى** (النص 20: ب)، نتحصل على جسد فيه تعليمة واحدة، فيمكن ادراج التعليمة "**ن = ن+عد**"، مع تعليمات الجزء الثالث لنتحصل على تعليمة منحتى بدون جسد (النص 20: ج)، مع الإشارة ان مثل هذه الكتابة غير مستحسنة مع مثل هذا النص، لكون الجزء الثالث يحتوي على تعليمة لا تؤثر على قيمة المتغيرة المستعملة في العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، ويمكن كتابة تكرار بدون جسد على شكل تكرار بجسد فارغ (النص 20: د) يرمز اليه بالحاضنتين { }.

الفصل الثامن عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمتين "غادر" و "استمر" الخاصتين بالتكرار

1 - التعليمة غادر: الإنهاء الفوري لتعليمة التكرار.

في بعض الأحيان، و في جسد تعليمة التكرار، تصادف مرحلة من مراحل التكرار حالة يجب على اثرها الإنهاء الفوري لتعليمة التكرار، ويتم مثل هذا الإنهاء الفوري لتعليمة التكرار باستعمال التعليمة **"غادر"**، وقد صادفنا هذه التعليمة في التعليمة الشرطية الرقمية، وكان لها نفس الدور، أي الإنهاء الفوري للتعليمة الشرطية الرقمية والانتقال المباشر الى التعليمة التي تلي التعليمة الشرطية الرقمية.

2 - أمثلة توضيحية

2 - 1 المثال الأول: اعادة صياغة الإجراء اساسي لخوارزم حساب قيمة كمية من السلع

في هذا المثال (النص 1) نعيد صياغة نص الإجراء **اساسي** الذي يتكفل بالتفاعل مع المستخدم في اطار الخوارزم الذي يحسب قيمة كمية من سلعة ما، وتكمن اعادة الصياغة بإحداث تغيير في العبارة المنطقية للتعليمة **مادام**، و جعلها مكونة فقط من القيمة المنطقية الثابتة **صحيح**.

```
اجراء اساسي () {
    طبيعي الخيار، ك؛
    حقيقي س، سك؛
    مادام (صحيح) { /* القيمة صحيح تجعل التكرار غير متناه */
        اكتب " هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم" ؛
        اقرأ الخيار ؛
        اذكان (خيار == 0 )
            غادر
        اكتب " اعطني الكمية" ؛
        اقرأ ك ؛
        اكتب " اعطني سعر الوحدة" ؛
        اقرأ س ؛
        /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع ك و س في مداخل سعر */
        /* والتقاط النتيجة في المتغيرة سك                       */
        سك = سعر(ك، س) ؛
        اكتب "السعر الإجمالي هو : " + سك ؛
        /* التحضير للمرحلة التاية */
    } /* نهاية تعليمة مادام */
    اكتب ("شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛)
}
```

النص 1 : اعادة صياغة تعليمة التكرار: انهاء التعليمة يتم من داخل الجسد لا من تقييم العبارة المنطقية

استعمال القيمة الثابتة **صحيح** كعبارة تتحكم في التكرار يجعل هذا الأخير غير متناه، فانتهاء التكرار لن يتم عبر تقييم العبارة المنطقية، بل من داخل الجسد، وفي مثل هذه الحالة يجب ان تتكفل تعليمات الجسد برصد الشروط التي بموجبها يتم انهاء الخوارزم، واذا توفرت الشروط المنهية للتكرار، تُستعمل التعليمة **"غادر"** لإنهاء التكرار والانتقال المباشر الى التعليمة التي تلي التكرار.

في حال النص 1، الشرط المُنهِ للتكرار يتمثل في ادخال المستعمل القيمة 0، أي ان تقييم العبارة **"خيار==0"** يفضي الى القيمة **صحيح**، وهكذا ان صحت العبارة المنطقية للتعليمة الشرطية المنطقية **اذكان(خيار==0)** ، تنفذ التعليمة **غادر** الموجودة في الكتلة **صحيح** للتعليمة الشرطية المنطقية، وبموجب تنفيذ التعليمة **"غادر"** ينتقل التنفيذ مباشرة الى التعليمة التي تلي تعليمة التكرار، اي التعليمة: **اكتب("شكرا للاهتمام، مع الف سلامة").**

ملاحظات:

- في التعليمة الشرطية **اذكان (خيار==0)** نلاحظ عدم استعمال الحاضنتين (احرف بداية و نهاية الكتل) لإظهار الكتلة **صحيح**، ويرجع هذا الأمر الى كون الكتلة تحتوي على تعليمة واحدة فقط، وكما اشرنا اليه من قبل، يمكن في مثل هذه الحالة، عدم استعمال الحاضنتين.
- كون العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار مكونة فقط من قيمة ثابتة (القيمة المنطقية **صحيح**)، يجعل المرحلة التحضيرية السابقة لتعليمة التكرار غير ضرورية، بل نلاحظ وكأن المرحلتين التحضيريتين قد صهرتا في بداية الجسد.

2 - 2 المثال الثاني: اللعبة اكتشف_الرقم

في هذا المثال نستعمل الوظيفة المعتادة والشائعة:

طبيعي عشوائي(طبيعي عدد_صغير، عدد_كبير)

في كتابة الإجراء المسمى **اكتشف_الرقم** ، وتتكفل الوظيفة **عشوائي** بالاقتراح العشوائي لعدد من الإعداد الموجودة بين العددين **عدد_صغير** و **عدد_كبير**.

2 -2 -1 السلوك العام للإجراء اكتشف_الرقم

يستعمل الإجراء المتغيرات التالية:

- **عدد_صغير** و **عدد_كبير:** متغيرتان ثابتتان تُعرفان المجال الذي فيه العدد الذي يطلب كشفه.
- **عدد_المحاولات:** متغيرة ثابتة تُعرف عدد المحاولات المسموح بها لإيجاد العدد الذي يطلب كشفه، وبُنيت عليها العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار.
- **محاولة** : متغيرة تلعب دور عدّاد المحاولات، وبنيت عليها العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار.

- **العلامة_الكاملة، العلامة_الناقصة**:متغيرتان ثابتتان تعرفان العلامة الكاملة التي تعطى في حالة اكتشاف الرقم والعلامة الناقضة التي تعطى في حال كان الرقم المقترح قاسما للعدد المطلوب اكتشافه.

```
اجراء اكتشف_الرقم () {
    ثابت طبيعي عدد_صغير = 100، عدد_كبير = 200 ؛
    ثابت طبيعي عدد_المحاولات = 5؛
    طبيعي محاولة =0 ؛
    ثابت حقيقي العلامة_الكاملة = 20، العلامة_الناقصة = 10 ؛
    حقيقي العلامة = 0؛
    طبيعي عدد_اللعبة، عدد_اللاعب /* عدد_اللاعب هو العدد الذي يقترحه اللاعب */
    /* الحصول على عدد عشوائي الذي يصبح العدد المطلوب اكتشافه */
    عدد_اللعبة = عشوائي( عدد_صغير ، عدد_كبير)
    اكتب "لقد اخترنا عددا ما بين " + عدد_صغير + " و " + عدد كبير
    اكتب "في " + عدد_المحاولات + "محاولات او اقل يجب عليك "
    اكتب "اما ايجاد هذا العدد فتفوز بالعلامة الكاملة"
    اكتب "واما ايجاد قاسم هذا العدد فتفوز بعلامة ناقصة"
    مادام (محاولة < عدد_المحاولات ) {
        اكتب " ادخل الرقم الذي تظن اننا اخترناه لك او 0 اذا اردت مغادرة اللعبة " ؛
        اقرأ عدد_اللاعب ؛
        اذكان (عدد_اللاعب == 0 ) /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
            غادر
        اذكان (عدد_اللاعب == عدد_اللعبة) {
            العلامة = العلامة_الكاملة
            غادر /* العلامة كاملة، نهاية مبكرة للتكرار */
        }
        اذكان (عدد_اللعبة % عدد_اللاعب == 0) {
            العلامة = العلامة_الناقصة
            غادر /* العلامة ناقصة، نهاية مبكرة للتكرار */
        }
        محاولة = محاولة + 1
    } /* نهاية تعليمة مادام */
    اكتب "العدد الذي طلبنا اكتشافه هو: " + عدد_اللعبة ؛
    اكتب "العلامة التي تحصلت عليها هي: " + العلامة ؛
    اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
}
```

النص 2 خوارزم اللعبة اكتشف العدد

- **العلامة** :التي يتحصل عليها اللاعب، و تحتوي على العلامة الكاملة، او العلامة الناقصة او الصفر
- **عدد_اللعبة:** و هو العدد السري المطلوب اكتشافه.
- **عدد_اللاعب**: وهو العدد الذي يقترحه اللاعب في محاولة لإيجاد العدد السري.

بعد التصريح بمختلف المتغيرات والمتغيرات الثابتة (السطر من 2 الى 7)، يقوم الإجراء **اكتشف_الرقم** بطلب خدمة من الوظيفة **عشوائي** (السطر 9)، وتختار هذه الأخيرة، عشوائيا، عددا من بين الأعداد الموجودة بين ما تحتويه المتغيرة **عدد_صغير** وما تحتويه المتغيرة **عدد_كبير**.

بعد التحصل على العدد العشوائي من الوظيفة **عشوائي** وتخزينه في المتغيرة **عدد_اللعبة**، يبين الإجراء **اكتشف_الرقم** قواعد اللعبة للمستعمل(السطر من 10 الى 13)، ثم يدخل في دائرة التكرار، ونرى من خلال العبارة المتحكمة في التكرار (السطر 14) ان الدوران لا يمكن ان يستمر اكثر من العدد الموجود في المتغيرة **عدد_المحاولات**.

في كل تكرار (او دورة)، يطلب الإجراء **اكتشف_الرقم** من المستعمل ايجاد العدد السري الذي تحتويه المتغيرة **عدد_اللعبة** (السطرين 15 و 16)،

- فاذا رد المستعمل بإدخال العدد 0، ينته فوارا التكرار (السطرين 17 و 18) بفضل التعليمة **غادر**.
- واذا تمكن المستعمل من اكتشاف الرقم السري (السطر من 19 الى 21) تشحن المتغيرة **العلامة** بالعلامة الكاملة ثم ينته فوارا التكرار بفضل التعليمة **"غادر"**.
- اما اذا كان العدد الذي ادخله المستعمل قاسما للعدد السري (السطر من 23 الى 25)، تشحن المتغيرة **العلامة** بالعلامة المنقوصة، ثم ينته فوارا التكرار بفضل التعليمة **"غادر"**.

طوال الدوران في حلقة التكرار، اذا لم تتحقق اي من الحالات السابقة، تبق العلامة على حالها الأول (السطر 6)، اي مشحونة بالقيمة 0، فاذا انته التكرار بشكل عادي، اي ان تقييم العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار(السطر 14) قد افضى الى القيمة خطأ، اي ان كل المحاولات باءت بالفشل التام، تكون العلامة التي يتحصل عليها اللاعب هي صفر.

و اخيرا، قبل انتهاء اللعبة يرسل الإجراء الى الشاشة العلامة والعدد الذي طلب اكتشافه (السطر 29 و 30)

2 – 2 – 2: تحسين الإجراء اكتشف_الرقم

في النسخة السابقة من الإجراء **اكتشف_الرقم** (النص 2)، ينته الإجراء اما في حالة انقضاء كل المحاولات واما في حالة ما اذا اكتشف العدد السري او اكتشف قاسما للعدد السري ، ونريد في هذه النسخة الجديدة ان يعاود المستعمل اللعبة دون ان ينته الإجراء، و لا ينته الا عندما يفصح بذلك المستعمل، أي عندما يدخل العدد 0 ردا على طلب الإجراء.

في هذه النسخة الجديدة (النص 3) نستعمل تكرارين (او دائرتين، او حلقتين)، واحدا داخل الآخر، تتكفل الدائرة الخارجية (او الأولى) بمعرفة نية المستعمل، أي هل يريد اللعب، فاذا اراد اللعب،

يدخل التنفيذ الى الحلقة الداخلية، و فيها يطلب منه ادخال عدد في سياق البحث عن العدد السري، و هنا يمكن ان يدخل عددا ما او العدد 0، فإذا ادخل 0، فمعنى هذا ان المستعمل يريد ايقاف اللعب من داخل الحلقة الثانية، واستعمال التعليمة **غادر** تمكن فقط من الخروج من التكرار الذي هي فيه، أي الخروج والوقوع في الحلقة الأولى (الحلقة الخارجية)، وفي هذه الحلقة لابد للخوارزم ان يفرق بين خروج من الحلقة و طلب الخروج من اللعبة، ولهذا الأمر ادخلت التعليمة الشرطية المنطقية في السطر 37.

> **ملاحظة:** يحمل السطر 20 من النص 3 كتابة لم نعهدها، وهي العبارة: **محاولة=العلامة= 0**؛ وهذه العبارة تقيم كسائر العبارات، فهي محتوية على نفس العملية (=) مرتين، فبأي عملية يبدأ تقييم العبارة؟ اذا رجعنا الى سلم الأولويات والاتجاهات، نرى ان الاتجاه الخاص بالعمليات التي لها اولوية متساوية مع اولوية العملية = هي من اليسار الى اليمين، اي ان اول عملية تنفذ هي **العلامة=0**، ونتيجتها 0 تكون في المتغيرة **العلامة**، والعملية الثانية هي **محاولة =العلامة**، ونتيجتها 0 تخزن في المتغيرة **محاولة**، اي انه بعد انتهاء التعليمة **محاولة=العلامة=0**، نجد في كلتا المتغيرتين القيمة 0.

1	**اجراء اكتشف_الرقم () {**
2	ثابت طبيعي عدد_صغير = 100، عدد_كبير = 200 ؛
3	ثابت طبيعي عدد_المحاولات = 5؛
4	طبيعي محاولة =0 ؛
5	ثابت حقيقي العلامة_الكاملة = 20، العلامة_الناقصة = 10 ؛
6	حقيقي العلامة = 0؛
7	طبيعي عدد_اللعبة، عدد_اللاعب /* عدد_اللاعب هو العدد الذي يقترحه اللاعب */
8	طبيعي الخيار
9	**مادام (صحيح) { /* التكرار الخارجي او الحلقة الخارجية */**
10	اكتب " هل تريد اللعب ، ادخل الرقم 0 ان كنت تريد إنهاء اللعب او غيره للإستمرار"
11	اقرأ خيار ،
12	**اذكان (خيار == 0) غادر** /* نهاية مبكرة اللعبة */
13	**/* البدء في اللعبة: الحصول على عدد عشوائي الذي يصبح العدد السري*/**
14	عدد_اللعبة = عشوائي(عدد_صغير ، عدد_كبير)
15	اكتب "لقد اخترنا عددا ما بين " + عدد_صغير + " و " + عدد كبير
16	اكتب "في " + عدد_المحاولات + "محاولات او اقل يجب عليك "
17	اكتب "اما ايجاد هذا العدد فتفوز بالعلامة الكاملة"
18	اكتب "واما ايجاد قاسم هذا العدد فتفوز بعلامة ناقصة"
19	**/* المرحلة التحضيرية للتكرار الداخلي */**
20	محاولة = العلامة = 0؛
21	**مادام (محاولة < عدد_المحاولات) { /* التكرار الداخلي او الحلقة الداخلية */**
22	اكتب " ادخل الرقم الذي تظن اننا اخترناه لك او 0 اذا اردت مغادرة اللعبة " ؛

```
23 اقرأ عدد_اللاعب ؛
24 اذكان (عدد_اللاعب == 0 ) { /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
25     خيار = 0،
26     غادر
27 }
28 اذكان (عدد_اللاعب == عدد_اللعبة) {
29     العلامة = العلامة_الكاملة
30     غادر /* العلامة كاملة، نهاية مبكرة للتكرار */
31 }
32 اذكان (عدد_اللعبة % عدد_اللاعب == 0) {
33     العلامة = العلامة_الناقصة
34     غادر /* العلامة ناقصة، نهاية مبكرة للتكرار */
35 }
36 محاولة = محاولة + 1
37 } /* نهاية التكرار الداخلي: مادام (محاولة < عدد_المحاولات )*/
38 /* نرصد هل تم الخروج من التكرار على اثر طلب انهاء اللعبة */
39 اذكان (خيار == 0 ) غادر /* نهاية مبكرة اللعبة */
40 اكتب "العدد الذي طلبنا اكتشافه هو: " + عدد_اللعبة ؛
41 اكتب "العلامة التي تحصلت عليها هي: " + العلامة ؛
42 } /* نهاية نهاية التكرار الخارجي: مادام (صحيح )*/
43 اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
44 }
```

النص 3 : النسخة الثانية للإجراء اكتشف_الرقم و فيها تكرار داخل تكرار

2 - 2 – 3 السلوك العام للنسخة الثانية للإجراء اكتشف_الرقم

بعد التصريح بالمتغيرات (الأسطر من 2 الى 8 من النص 3)، يدخل التنفيذ في الحلقة الأولى وهي غير متناهية (السطر 9)، وفيها يقوم الخوارزم اولا بطلب رغبة المستعمل: **"هل يريد اللعب ام لا"**، ثم تقرأ رغبة المستعمل في المتغيرة **"الخيار"** التي صرح بها في السطر 8، وبعد التحصل على رد المستعمل في المتغيرة **"الخيار"**، يتحصل الإجراء على نوعية الرد من خلال تصفح المتغيرة **الخيار**، فاذا ادخل المستعمل القيمة 0 تنكسر الحلقة بفعل التعليمة **غادر**(السطر 12) التي هي التعليمة الوحيدة في كتلة **صحيح** للتعليمة الشرطية **اذكان (الخيار==0)**، اما اذا ادخل غيرها، فمعنى هذا ان المستعمل يريد اللعب، فيبدأ الخوارزم بإيفاد المستعمل بقواعد اللعبة، ثم يشرع في المرحلة التحضيرية للتكرار الداخلي(السطر 20) ، فيسدد فيها قيمة المتغيرة المستعملة في العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار أي المتغيرة **محاولة**، وبعدها يدخل الخوارزم في الحلقة الثانية (او الحلقة الداخلية).

تبدأ الحلقة الداخلية بطلب العدد من المستعمل، وهنا يدخل المستعمل أي عدد يراه انه هو العدد السري او يدخل القيمة 0، فاذا ادخل القيمة 0، فمعنى هذا ان المستعمل يريد انهاء اللعبة، ففي هذه الحالة يجب ان نحتفظ بالعدد في المتغيرة **"الخيار"** قبل الخروج الفوري من الحلقة الداخلية والرجوع الى الحلقة الخارجية، اما بالنسبة للأسباب الأخرى، يبق التكرار على الشكل الذي رأيناه في النسخة الأولى.

عند الخروج من الحلقة الداخلية، يكون هذا الخروج بفعل سبب من اربعة اسباب، يتميز منها السبب الذي من خلاله طلب المستعمل انهاء الخوارزم، فعند الرجوع الى التكرار الخارجي، يجب اولا رصد هذا السبب، فان كان هو الذي كسر الحلقة الداخلية، قمنا بطلب كسر الحلقة الخارجية كما يظهر ذلك في السطر 39.

2 - 2 – 4 النسخة الثالثة للإجراء اكتشف_الرقم

نلاحظ ان هدف التعليمة **غادر** في الحلقة الداخلية هو انهاء الخوارزم، فبدل ان نكتب التعليمة **غادر** ثم تعليمات رصد هذا السبب، يمكن استعمال التعلية **ارجع** للإنهاء الفوري للإجراء، لكن الإجراء يجب ان ينته بالتعليمة **اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"**، وحتى تكون النهاية على الشكل العادي، نستبدل السطر من 24 الى 27

24	اذكان (عدد_اللاعب == 0) { /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
25	خيار = 0،
26	**غادر**
27	}

بما يلي

24	اذكان (عدد_اللاعب == 0) { /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
25	اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
26	**ارجع**
27	}

و نحذف من الخوارزم السطر 39.

39	اذكان (خيار == 0) **غادر** /* نهاية مبكرة اللعبة */

2 - 2 – 5 تصحيح عيب في النسخة الأولى

في النسخة الأولى نلاحظ انه مهما كان سبب الخروج، ينته الإجراء بنفس التعليمات، أي:

29	اكتب "العدد الذي طلبنا اكتشافه هو: " + عدد_اللعبة ؛
30	اكتب "العلامة التي تحصلت عليها هي: " + العلامة ؛
31	اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛

و هذه النهاية غير صحيحة اذا كان سبب الخروج هو طلب ايقاف اللعبة، اي ان المستعمل كرد على الخوارزم ادخل القيمة 0، ولتصليح هذا العيب طرقيتين عرجنا عليهما في النسخة الثانية:

- في الطريقة الأولى، علينا ان نرصد سبب الخروج من الحلقة، فاذا كان السبب هو طلب انهاء اللعبة لا ننفذ تعليمات الأسطر 29، 30 و 31، اي ان هذه التعليمات تنفذ فقط في حال عدم طلب انهاء اللعبة، ومعرفة هذا السبب يكون بتصفح الرد الأخير الذي اعطاه المستعمل، اي ما يوجد في المتغيرة **عدد_اللاعب**، فاذا كان في هذه المتغيرة عدد غير العدد 0، فمعنى هذا ان الخروج من التكرار لم يكن بطلب انهاء اللعبة، وهكذا تكون الكتابة الصحيحة على الشكل التالي:

29	اذكان (عدد_اللاعب != 0) {
30	اكتب "العدد الذي طلبنا اكتشافه هو: " + عدد_اللعبة ؛
31	اكتب "العلامة التي تحصلت عليها هي: " + العلامة ؛
32	{
33	اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛

في الطريقة الثانية، عوض استعمال التعليمة غادر (السطر 18) نستعمل التعليمة **ارجع**، ولا ننس التعليمة **اكتب** "**شكرا للاهتمام، مع الف سلامة**"، فتصبح الكتابة الأصلية:

17	اذكان (عدد_اللاعب == 0) /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
18	**غادر**

على شكلها الجديد:

17	اذكان (عدد_اللاعب == 0) { /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
18	اكتب "شكرا للاهتمام، مع الف سلامة"؛
19	**ارجع**
20	{

و مع هذه الطريقة لن نرصد سبب الخروج من الحلقة لكون كل الاسباب تنته بنفس الشكل الموجود في النص الأصلي

3 - التعليمة "استمر" : الانتقال المباشر الى التكرار التالي.

في بعض الحالات، يصبح من الضروري القفز على ما تبق من تعليمات تكرر في العادة والانتقال المباشر الى التكرار التالي، وبالتحديد الى عملية تقييم العبارة المنطقية المتحكمة في التكرار، ويتم هذا باستعمال التعليمة "**استمر**"، فعكس التعليمة غادر التي تحول التنفيذ الى خارج تعليمة التكرار، فان تعليمة "**استمر**" تحول التنفيذ الى رأس تعليمة التكرار لتبدأ تكرار جديد عبر تقييم العبارة المنطقية للرأس.

3 - 1 مثال توضيحي: الوظيفة "جمع_القواسم":

تقوم الوظيفة **جمع_القواسم** بجمع كل الاعداد التي يكون العدد **قاسم** هو قاسم لها، وهذا انطلاقا من العدد 1 الى العدد **اخر_عدد**، دون حساب هذا الاخير.

في النص 4، يحرك الإجراء **اساسي** الوظيفة **جمع_القواسم** ثلاث مرات، فكلما تحصل على نتيجة من الوظيفة **جمع_القواسم**، يقوم الإجراء بإخراج النتيجة على الشاشة كما يظهر في الشكل 1.

```
خوارزم القواسم {
------------------------------------------
وظيفة جمع_القواسم (طبيعي اخر_عدد، قاسم) {
    طبيعي النتيجة = 0
    طبيعي عدد = 1
    مادام (عدد <= اخر_عدد) {
        اذكان (عدد %قاسم != 0) {
            /* قاسم ليس بقاسم لقيمة عدد ، يجب تجاهله*/
            عدد = عدد + 1
            استمر
        }
        النتيجة = النتيجة + عدد
        عدد = عدد + 1
    }
    ارجع النتيجة؛
} /* نهاية الوظيفة جمع_القواسم */
------------------------------------------
اجراء اساسي () {
    طبيعي ن؛
    ن = جمع_القواسم (20، 3) ؛
    اكتب "مجموع الاعداد التي قاسمها 3 من 1 الى 20 هو" + ن ؛
    ن = جمع_القواسم (20، 6)
    اكتب "مجموع الاعداد التي قاسمها 6 من 1 الى 20 هو " + ن ؛
    ن = جمع_القواسم (70، 7)
    اكتب "مجموع الاعداد التي قاسمها 7 من 1 الى 70 هو " + ن ؛
}
------------------------------------------
} // نهاية الخوارزم القواسم
```

النص 4 : خوارزم جمع الأعداد التي لها نفي القاسم المصرح به في المدخل

3 – 2 سلوك الوظيفة "جمع_القواسم":

بعد التصريح بالمتغيرات بقيمة اولية، يدخل الخوارزم حلقة تكرر من 1 الى العدد الموجود في المتغيرة **اخر_عدد**، وتستعمل المتغيرة **عدد** في العبارة المتحكمة في التكرار، ومن تكرار الى آخر يضاف 1 الى المتغيرة **عدد**، وبهذا يمكن لحلقة التكرار ان تزور كل الاعداد الموجودة بين 1

و**اخر_عدد**،و كلما زار التكرار عددا ما، يتحقق الخوارزم من قيمته: هل تُقسم ام لا بالقيمة الموجودة في المتغيرة قاسم؟

- فان لم تكن قيمة المتغيرة **قاسم** قاسمة للعدد المزار (أي القيمة الحالية للمتغيرة **عدد**)، ينتقل الخوارزم مباشرة الى التكرار التالي، طبعا بعد تنفيذ تعليمة المرحلة التحضيرية التابعة للتكرار.
- اما اذا كانت قيمة المتغيرة **قاسم** قاسمة للعدد المزار، يكمل الخوارزم مساره داخل حلقة التكرار فيضيف قيمة العدد المزار الى المتغيرة **نتيجة**.

```
مجموع الاعداد  التي قاسمها 3 من 1 الى 20 هو 63
مجموع الاعداد  التي قاسمها 6 من 1 الى 20 هو 36
مجموع الاعداد  التي قاسمها 7 من 1 الى 70 هو 315
```

الشكل 1 : نتيجة تنفيذ خوارزم النص 4

> **ملاحظة:** في الإجراء اساسي يمكن الاستغناء عن المتغيرة **ن**، فنتحصل على الصيغة الظاهرة في النص 5

```
اجراء اساسي () }
    اكتب "مجموع الاعداد  التي قاسمها 3 من 1 الى 20 هو" + جمع_القواسم (20، 3)
    اكتب "مجموع الاعداد التي قاسمها 6 من 1 الى 20 هو " + جمع_القواسم (20، 6)
    اكتب "مجموع الاعداد التي قاسمها 7 من 1 الى 70 هو " + جمع_القواسم (70، 7)
{
```

النص 5 : كتابة مختصرة للإجراء اساسي

الفصل التاسع عشر

الصلات و تطبيقاتها

المتغيرات الطارئة

1 – مفهوم الصلة

الصلة متغيرة تحتوي على معلومات تواجد متغيرة اخرى في الذاكرة، اي ان محتواها يشير الى موقع (او عنوان) متغيرة اخرى، ويمكن ان نراها كإسم اضافي للمتغيرة المشار اليها، وتلعب الصلة نفس الدور الذي يلعبه اسم المتغيرة، اي الوصول الى المتغيرة المشار اليها اما لإستغلال محتواها او تغييره ان كانت المتغيرة غير ثابتة.

لأنشاء صلة لمتغيرة ما، نستعمل عملية الربط ، التي يعبر عنها باستخدام الرمز - ->

تنبيه: مفهوم الصلة موجود ومستعمل بكثرة في انشاء البرامج بلغات البرمجة الواسعة الاستعمال كلغة "*سي*" *و* ولغة "*سي++*" ولغة "***جافا***" ، ففي لغة "*سي++*" ولغة "***جافا***" يطلق عليها **"الموصل"** او "**المرجع**[1]" لكون محتواها يَمكن من الوصول او الرجوع الى متغيرة ما، وفي لغة "*سي*" *و سي++* يطلق عليها "**المشير**" او "**الإشارة**[2]" لكون محتواها يشير الى متغيرة ما.

2 - الخصائص الهامة للصلات

من الخصائص الهامة للصلات ما يلي:

- **للصلة نمط (او نوع)**، فبفضل نمطها يمكن ربطها بمتغيرة من نفس النمط، فلا يمكن وجود صلة دون نمط.
- لا يمكن لصلة من نمط ما ان تكون صلة لمتغيرة من نمط آخر.
- لا تستعمل الصلة الا بعد التصريح بها.
- التصريح بصلة يصحبها انشاء متغيرة تحمل معلومات عن المتغيرة المرتبطة بها (او المشار اليها).
- للصلة قيمة خاصة بها هي القيمة **"صلة_حرة"**، تدل على ان الصلة غير مرتبطة بأي متغيرة.
- لاستغلال **الصلة** في كثير من العبارات، يجب ان تكون الصلة مرتبطة بمتغيرة ما.
- يمكن فك ارتباط **الصلة** ما مع متغيرة ما لتصبح اما **صلة حرة** او صلة مرتبطة بمتغيرة اخرى من نفس النمط.
- يمكن ان تكون متغيرة ما مرتبطة باكثر من صلة واحدة، اي ان الصلات المرتبطة بالمتغيرة تحتوي على نفس المعلومات الدالة على موقع المتغيرة.

[1] Reference
[2] Pointer

3 - التصريح بالصلات

التصريح بالصلات مشابه للتصريح بالمتغيرات (الجدول 1)، و الفرق بينهما هو استعمال الرمز **&** مرادفا لاسم الصلة، للتدليل على ان الاسم هو اسم لصلة وليس اسما لمتغيرة، فبفضل الرمز **&** نفرق جليا في التصريح بين ما هو اسم متغيرة وما هو اسم لصلة، ويمكن وضع الرمز **&** قبل الاسم او بعده، فمثلا للتصريح بالصلة **ق** نكتب **&ق** او **ق&**، فالكتابتين متساويتين.

التصريح بمتغيرة	التصريح بصلة	ملاحظة
طبيعي الف	طبيعي &باء	- الف متغيرة من النمط طبيعي - باء صلة من النمط طبيعي
منطقي جيم	منطقي &هاء	- جيم متغيرة من النمط منطقي - هاء صلة من النمط منطقي
حقيقي حاء	حقيقي &ح	- حاء متغيرة من النمط حقيقي - ح صلة من النمط حقيقي
حرف ح	حرف ف&	- ح متغيرة من النمط حرف - ف صلة من النمط حرف
سلسلة س	سلسلة ع&	- س متغيرة من النمط سلسلة - ع صلة من النمط سلسلة

جدول 1 : الفرق بين التصريح بالمتغيرات و التصريح بالصلات

تنبيه هام جدا: نستعمل الرمز **&** فقط عندما نصرح بصلة ما ولا نستعمله ابدا عندما نذكر الصلة في العبارات.

3 – 1 الحالات الثلاث للصلة.

يمكن ان تكون الصلة على ثلاثة احوال:

- **صلة مجهولة الدلالة**: اي لا نعرف محتواها وبذلك لا نعرف المتغيرة المشار اليها، وهذا الأمر خطير وغير مستحسن ويمكن ان يكون مصدرا لعيب في الخوارزم يصعب ضبطه.
- **صلة معلومة الدلالة، حرة**، غير مرتبطة بأي متغيرة، و تحتوي على القيمة **صلة_حرة**.
- **صلة معلومة الدلالة**، مرتبطة بمتغيرة من نفس النمط.

تنبيه: قبل استعمال اي صلة في اكثر العبارات، لا بد ان تكون الصلة قد ربطت بمتغيرة من نفس النمط.

3 – 2 التصريح بصلة مجهولة الدلالة

التصريح بصلة مجهولة الدلالة يكون بذكر النمط متبوعا بالصلة، كما يظهر في الأمثلة التالية والسطر 4 من الجدول 2، و مثل هذا التصريح خطير يشبه التصريح بمتغيرة بدون قيمة اولية.

```
طبيعي &ك1، &ك2 ؛
حقيقي &س1
منطقي &م1
```

3 – 3 التصريح بصلة حرة، اي غير مرتبطة بأي متغيرة.

التصريح بصلة حرة يكون كالتصريح بصلة مجهولة الدلالة متبوعة بالرمز = متبوعا بالكلمة الخاصة **صلة_حرة** ، وهي قيمة تدل على ان الصلة لا يمكنها ان توصل لأي متغيرة ، كما يظهر في الأمثلة التالية والسطر 5 من الجدول 2.

```
طبيعي  &ك1 = صلة_حرة،  &ك2 = صلة_حرة
حقيقي  س&1 = صلة_حرة
منطقي  &م1  = صلة_حرة
```

> **تنبيه:** الكلمة **صلة_حرة** من الكلمات الخاصة باللغة الشرمزية، ككلمة **صحيح**، وكلمة **خطأ**، ففي كتابة نص خوارزم باللغة الشرمزية، لا يمكن استعمالها كاسم لمتغيرة او اجراء او وظيفة، وهي قيمة تمثل معلومة لا تمكن من الوصول لأي متغيرة.

3 – 4 التصريح بصلة مرتبطة بمتغيرة

التصريح بصلة مرتبطة بمتغيرة يكون بذكر عملية الربط و رمزها --> متبوعة بالمتغيرة كما يظهر في الأمثلة التالية والسطر 6 من الجدول **2.** يجب على المتغيرة ان تكون موجودة(اي صرح بها) قبل ربطها لصلة ما.

```
طبيعي ط = 100،
منطقي م = صحيح ؛
طبيعي &صط --> ط      /* ربط الصلة صط بالمتغيرة ط، و الآن للمتغيرة ط صلة اسمها صط */
منطقي صم& --> م      ربط الصلة صم بالمتغيرة م، و الآن للمتغيرة م صلة اسمها صم
طبيعي &صط1 --> ط   ربط الصلة صط1 بالمتغيرة ط، و الآن للمتغيرة ط صلتن: صط و صط1 */
```

3 – 5 التصريح بصلة انطلاقا من صلة اخرى

في مثل هذا التصريح، بدل ذكر متغيرة كما هو الشأن في التصريح بصلة مرتبطة بمتغيرة، نذكر صلة، وهكذا يسري على الصلة الجديدة حال الصلة القديمة، كما يظهر في الأمثلة التالية والسطر 7 من الجدول **1.**

```
طبيعي ط = 100،
طبيعي &صط --> ط       /* المتغيرة ط لها الآن صلة اسمها صط */
منطقي صم& --> م       /* المتغيرة م لها الآن صلة اسمها صم */
طبيعي &صط1 = صط      /* المتغيرة ط لها صلة ثانية اسمها صط1 عبر الصلة صط */
منطقي صم&1 = صم      /* المتغيرة م لها الآن صلة ثانية اسمها صم1 عبر الصلة كم */
```

تنبيه هام جدا: عندما تربط صلة اولى عبر صلة ثانية مجهولة او معلومة الارتباط ، فأي تغيير في الارتباط يطرأ على صلة لا يؤثر اطلاقا على الصلة الاخرى، فالارتباط لا يكون بين صلة واخرى، بل بين صلة ومتغيرة.

3 – 6 فك الارتباط بين صلة ومتغيرة

فك الارتباط يكون عن طريق تعليمة تستعمل فيها العملية --> و ليس عن طريق التصريح، ولفك الارتباط بين صلة ومتغيرة، نقوم اما بشحن الصلة بالكلمة الخاصة **صلة_حرة** او بربط الصلة بمتغيرة اخرى من نفس نمط الصلة، كما يظهر في الأمثلة التالية والسطر 16 من الجدول **1**.

طبيعي ط1= 100، ط2 = 200 /* التصريح بالمتغيرتين الطبيعيتين ط1 و ط2 */
طبيعي &صط1 --> ط1 /* ربط الصلة صط1 بالمتغيرة ط1 */
طبيعي &صط2 --> ط2 /* ربط الصلة صط2 بالمتغيرة ط2 */
صط1 = **صلة_حرة** /* الصلة صط1 حرة الآن */
صط2 --> ط1 /* ربط الصلة صط2 بالمتغيرة ط1 */
صط2= صط1 /* ربط الصلة صط2 بما ارتبطت به الصلة صط1، اي ان صط2 اصبحت حرة */

رقم	نص الإجراء	تعليقات
1	اجراء مثال1() {	/* بداية الإجراء **مثال1** */
2	طبيعي الف =10، باء = 20	التصريح بمتغيرات بقيمة اولية
3	منطقي م1 = صحيح	
4	طبيعي &ك1، &ك2	التصريح بصلات مجهولة الارتباط
5	حقيقي &ح1 = صلة_حرة	التصريح بصلة حرة
6	منطقي &م2 --> م1	التصريح بصلة معلومة الارتباط
7	طبيعي &ك3 = ك1،	التصريح بصلة انطلاقا من صلة اخرى مجهولة الارتباط
8	ك1 = 5،	**خطأ**، ك1 صلة حرة لم تربط بعد بأي متغيرة
9	ك1 --> الف	ربط الصلة ك1 بالمتغيرة الف
10	ك1 = 15،	وضع القيمة 15 في المتغيرة الف لأن ك1 مرتبطة بالمتغيرة الف
11	ك2 --> ك1	ربط الصلة ك2 بالمتغيرة الف عبر الصلة ك1 المرتبطة سلفا بالمتغيرة الف
12	ك2 = ك1 + الف	وضع القيمة 30 في المتغيرة الف التي لها صلتين: ك2 و ك1
13	ك2 --> باء	فك الارتباط بين ك2 و الف، و انشاء ارتباط بين ك2 و باء
14	م2 --> باء	**خطأ في الارتباط:** نمط الصلة م2 مختلف عن نمط المتغيرة باء
15	ح1 --> الف	**خطأ في الارتباط::** نمط الصلة ح1 مختلف عن نمط المتغيرة الف
16	ك1 = صلة_حرة	تحرير الصلة ك1
17	&ك2 =124	**خطأ: استعمال الرمز & يكون فقط عند التصريح و لا يذكر في العبارات**
18	ك1 --> الف	ربط ك1 بالمتغيرة الف
19	ك3 = 45	**خطأ:** الصلة ك3 مجهولة الارتباط (السطر 7)، وربطت بالصلة ك1 عندما كانت ك1 مجهولة الارتباط، وكل ما يسري على ك1 بعد السكر 7 لا يسري على ك3

20	ك3 - -> جيم	**خطأ**: لم يتم التصريح بالمتغيرة جيم
21	طبيعي &ك4،	التصريح بصلة قيمتها مجهولة، اذا مرتبطة بمتغيرة مجهولة
22	ك4 = 28	الكتابة صحيحة، لكن معناها غير صحيح، اذ توضع القيمة في متغيرة غير معلومة
23	}	/* نهاية الإجراء **مثل1** */

جدول 2 : بعض الأمثلة الصحيحة والخاطئة في استعمال الصلات

3 – 7 قواعد استعمال الصلات في العبارات

يحتوي الجدول 2 على امثلة كتبت في اطار الإجراء **مثال1**، وبعض هذه الأمثلة خاطئة، ومن القواعد الهامة ما يلي:

- **عملية الربط**: و رمزها **- ->** : تستعمل فقط لربط الصلة بمتغيرة، ويجب ان تكون الصلة والمتغيرة من نفس النمط، و تكون الصلة في اليمين والمتغيرة في اليسار :

اسم الصلة --> اسم المتغيرة

- **عملية النسخ (او الشحن) ورمزها** = لهذه العملية صيغ عديدة وهي:
  - **الصيغة الأولى: يظهر اسم الصلة في يمين الرمز**، وفي هذه الحالة تكون الجهة اليسرى من الرمز اما قيمة **صلة_حرة**، او قيمة من القيم التي يحتويها النمط الملازم للصلة ، او اسم متغيرة من نفس نمط الصلة، او اسم صلة من نفس النمط
    - القيمة **صلة_حرة:** اثر هذه العملية يفك رباط الصلة، فمهما كان حال الصلة (رباط معلوم، او غير معلوم او حرة) تصبح الصلة حرة

اسم الصلة = صلة_حرة

- **القيمة من القيم التي يشملها نمط الصلة:** في هذه الحالة، يجب على الصلة ان تكون قيمتها مختلفة عن القيمة **صلة_حرة** (انظر السطر 8 من الجدول 2)، و يجب ان تكون الصلة مرتبطة بمتغيرة معلومة (انظر السطر 10 من الجدول 2)، فإن كان كذلك تقوم عملية الشحن = بنسخ القيمة الظاهرة في يسارها بالمتغيرة المرتبطة بالصلة، اما ان كانت الصلة حرة او مرتبطة بمتغيرة غير معلومة (اي ان الصلة تحتوي على قيمة مجهولة، انظر السطر 22 من الجدول 2)، فان العملية لا يكون لها اي جدوى، بل تكون مصدرا لإخطاء خطيرة عند تنفيذ الخوارزم.

اسم الصلة = قيمة تنتمي الى نمط الصلة

- **اسم متغيرة من نفس نمط الصلة في يسار** : في هذه الحالة، يجب على الصلة ان تكون": قيمتها مختلفة عن القيمة **صلة_حرة**، مرتبطة بمتغيرة معلومة وغير مرتبطة بمتغيرة غير معلومة، فإن كانت مرتبطة بمتغيرة معلومة، فإن العملية = تقوم بنسخ محتوى ما في يسارها بالمتغيرة المرتبطة بالصلة، اما إن كانت قيمتها القيمة صلة_حرة او انها مرتبطة بمتغيرة غير معلومة، فالكتابة صحيحة شكلا، ولكن مضمونها خطير جدا يؤدي الى خلل في نتائج الخوارزم.

اسم الصلة = اسم متغيرة من نفس نمط الصلة

- **اسم صلة من نفس النمط:** في هذه الحالة تقوم عملية = بنسخ محتوى الصلة في اليمين بقيمة الصلة في اليسار، وبعد هذه العملية تربط الصلتين بنفس ارتباط الصلة في اليسار.

- **الصيغة الثانية: يظهر اسم الصلة في يسار رمز عملية الشحن=** و في هذه الحالة تكون الجهة اليمنى اما اسم متغيرة او اسم صلة اخرى، فلا يمكن ان نضع قيمة ثابتة او القيمة **صلة_حرة** على يمين الرمز عملية الشحن=.
  - **فان كان على اليمين اسم صلة،** تقوم عملية = بنسخ محتوى الصلة في اليمين بقيمة الصلة في اليسار، وبعد هذه العملية تربط الصلتين بنفس ارتباط الصلة في اليسار.
  - **فان كان على اليمين اسم متغيرة،** تقوم عملية = بنسخ محتوى المتغيرة في اليمين بقيمة المتغيرة المرتبطة بالصلة في اليسار، وهنا، لكي تكون الكتابة ذات جدوى، يجب ان تكون قيمة الصلة مختلفة عن القيمة **صلة_حرة** ويجب ان تكون معلومة، اي ان الصلة مرتبطة بمتغيرة معلومة.

اسم متغيرة = اسم الصلة

العبارات المحتوية على الصلات

تتعامل كل العمليات مع صلة ما وكأنها تتعامل مع اسم المتغيرة التي ترتبط بالصلة، ما عدا عملية النسخ = التي فسرنا من قبل كيف تتعامل مع الصلات، ويحتوي النص 1 على عبارة نستعمل

من اجل تقييمها جدول التقييم الذي تعرفنا عليه في الفصل الثاني عشر في الفقرة 4 – 2 (الادوات المستعملة في تقييم العبارات).

يحتوي السطر 4 من **النص 1** على العبارة التي نريد تقييمها، ونضع هذه العبارة في السطر الأول من جدول التقييم (الجدول 3)، وفي اول خطوة لانتخاب اول عملية للتنفيذ تترشح عمليتين لهما نفس الأولوية حسب جدول سلم الاولويات (الفصل الثاني عشر، الفقرة 8) و هما: عملية الضرب: **صط2 * صط1** وعملية باق القسمة: **صط1 % طب2**، وحسب آلية اختيار عملية من بين عمليات ذات أولوية متساوية (الفصل الثاني عشر، الفقرة 8)، تنتخب عملية الضرب فتنفذ العملية: **صط2 * صط1**، وتنتج هذه العملية القيمة 30، ويكون وعاؤها متغيرة ظرفية نسميها **مظ1**.

في المرحلة الثانية (السطر 2) نستبدل العبارة: **صط2*صط1** بنتيجتها اي بالمتغيرة **مظ1** في العبارة الأصلية (السطر السابق)، وهكذا، في المرحلة الثانية تصبح العبارة الأصلية على اشكل الظاهر في السطر 2، و نعاود هنا نفس الطريقة التي اتبعت في السطر الأول، ثم ننتقل الى المرحلة الثانية ونعاود فيها ما صنعناه في المرحلة الثانية، ثم نعاود نفس الطرقة في المراحل التالية حتى نتحصل على عبارة ليس فيها الا اسم متغيرة او اسم صلة، و تكون النتيجة هي محتوى المتغيرة او محتوى المتغيرة المرتبطة بالصلة كما هو الشأن في الجدول 3.

الرقم	النص
2	**طبيعي طب1 = 10، طب2 = 3**
3	**طبيعي &صط1 –> طب1، &صط2 --> طب2**
4	**صط1 = صط1 + صط2 * صط1 + صط1 % طب2**
5	

النص 1 : عبارة تحتوي على صلات و عدد من العمليات

المرحلة	العبارة قيد التقييم	العملية المرشحة	العبارة	القيمة	الوعاء
1	صط1 = صط1 + صط2 * صط1 + صط1 % طب2	*	صط2 * صط1	30	مظ1
2	صط1 = صط1 + **مظ1** + صط1 % طب2	%	صط1 % طب2	1	مظ2
	صط1 = صط1 + **مظ1** + **مظ2**	+	صط1 + **مظ1**	40	مظ3
	صط1 = مظ3 + **مظ2**	+	مظ3 + **مظ2**	41	مظ4
	صط1 = مظ4	=	صط1 = مظ4	41	صط1
النتيجة	**صط1**			**41**	**صط1**

جدول 3 : تقييم عبارة السطر 4 من النص 1

3 – 8 الفرق الأساسي بين الأسماء و الصلات

الفرق الأساسي بين الصلات واسماء المتغيرات يكمن في الأمرين التاليين:

- لا يمكن فك الارتباط بين اسم المتغيرة والمتغيرة، فالارتباط بينهما عضوي.

- يمكن فك الارتباط بين صلة ومتغيرة ، فالارتباط بينهما ظرفي، لتصبح الصلة حرة او مرتبطة بمتغيرة اخرى.

3 – 9 كيفية تمثيل الصلات في ذاكرة المنفذ (او الآلة)

الصلة في حقيقتها متغيرة خاصة نمطها من الأنماط (او الأنواع)الأساسية (او البدائية) تحتوي على المعلومات التي تمكن من الوصول الى المتغيرة المرتبطة بها واستغلالها، اي ان الصلة تحتوي على قيمة تبين موقع المتغيرة المرتبطة بها في الذاكرة (او عنوانها)، وعموما هذه القيمة قيمة طبيعية لأن المواقع (او العناوين) في الذاكرة عبارة عن قيم طبيعية.

و بما ان الصلة متغيرة في حد ذاتها، فهذا يعني امكانية تغيير محتواها، فتوضع فيها تارة معلومات الوصول الى متغيرة ما، وتارة اخري تشحن بمعلومات تمكن من الوصول الى متغيرة اخرى، وتارة ثالثة توضع فيها قيمة تجعل منها صلة **حرة**.

ارتكازا على النص 2 : نص توضيحي عن كيفية استعمال الصلات

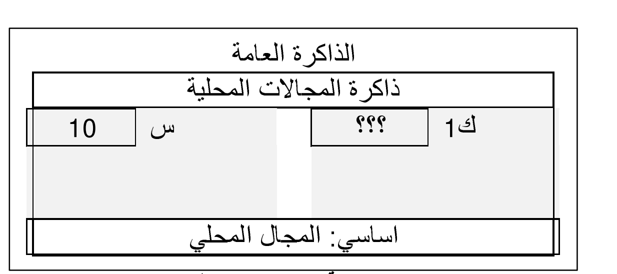
تُوضح الأشكال (من الشكل 1 الى الشكل 14) كيف تكون الصلة في اول الأمر حرة، ثم تربط بمتغيرة من نفس نمطها، ثم يغير ارتباطها.

```
خوارزم الصلات_في_الذاكرة {
اجراء مثال3() {
طبيعي الف =30، باء = 20
طبيعي &ك1 ، &ك2
ك1 --> الف
ك2 --> باء
ك1 = ك2
ك2 = صلة_حرة
} /* نهاية الإجراء مثال3 */
اجراء اساسي(){
طبيعي س =10،
طبيعي &ك1
طبيعي &ك2 --> س
ك2 = 30
ك1 = ك2
مثال3()، /* طلب تشغيل الإجراء مثال3 */
} /* نهاية الإجراء اساسي و نهاية الخوارزم */
} // نهاية خوارزم الصلات_في_الذاكرة
```

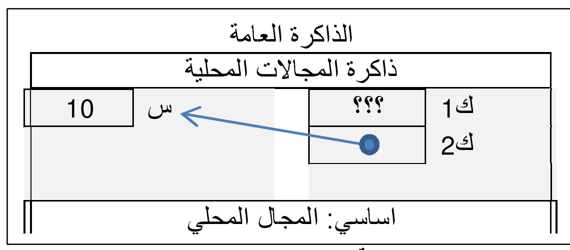
النص 2 : نص توضيحي عن كيفية استعمال الصلات



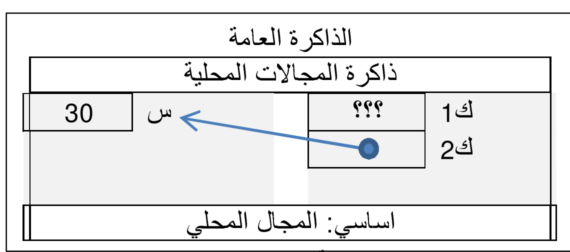
الشكل 1 : المرحلة: اساسي: 13: طبيعي س =10



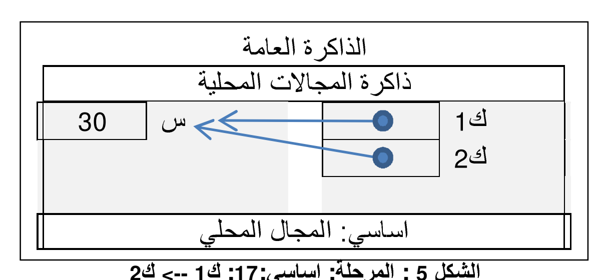
الشكل 2 : المرحلة: اساسي:14: طبيعي &ك1



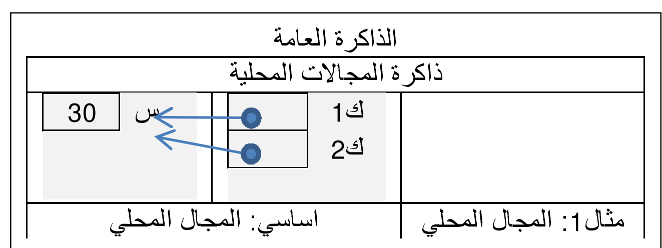
الشكل 3 : المرحلة: اساسي:15: طبيعي &ك2 --> س



الشكل 4 : المرحلة: اساسي:16: ك2 = 30



الشكل 5 : المرحلة: اساسي:17: ك1 --> ك2



الشكل 6 : المرحلة: اساسي:18: مثال3()

الذاكرة العامة
ذاكرة المجالات المحلية
30
س
ك1
ك2
30
الف
20
باء
اساسي: المجال المحلي
مثال1: المجال المحلي

الشكل 7 : المرحلة:مثال3 : 2: طبيعي الف =30، باء = 20



الشكل 8 : المرحلة: مثال3 : 3: طبيعي &ك1 ، &ك2



الشكل 9 : المرحلة: مثال3 : 4 : ك1 --> الف



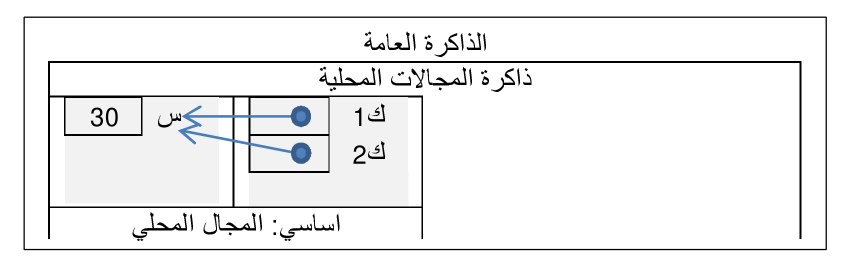
الشكل 10 : المرحلة: مثال3 : 5 : ك2 --> باء



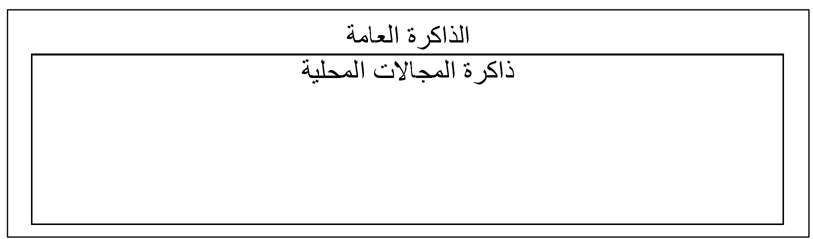
الشكل 11 : المرحلة: مثال3 : 6 : ك1 --> ك2



الشكل 12 المرحلة: مثال3 : 7 : ك2 --> حرة



الشكل 13 : المرحلة: مثال3: 8 : انتهاء الإجراء مثال3



الشكل 14 : المرحلة: اساسي: 19 : انتهاء الإجراء اساسي

3 - 10 التطبيقات الشائعة للصلات

التطبيقات الشائعة للصلات هي:

- استغلال المتغيرات الطارئة.
- توفير النتائج عبر المخارج المصرح بها في الإجراءات والوظائف.

4 - المتغيرات الطارئة

4 – 1 التعريف

هي متغيرات يتم انشاؤها حسب نمط ما **عن طريق تعليمة خاصة وليس عن طريق التصريح،** و سميت هذه المتغيرات بالطارئة لقدرة الخوارزم على انشاءها في الذاكرة وقدرته على حذفها واخلائها من الذاكرة، وبفضل المتغيرات الطارئة يمكن للخوارزم ان يستهلك من الذاكرة ما يحتاجه منها في كل مرحلة من مراحل تنفيذه، وهكذا إذا سلك تنفيذ الخوارزم مسلكا فيه تعليمة لإنشاء متغيرة طارئة، تنشأ هذه المتغيرة، وتحجز لها مساحة في الذاكرة، ثم بعد ذلك اذا صادف التنفيذ تعليمة حذف المتغيرة الطارئة، تخلى المنطقة التي حجزت للمتغيرة الطارئة، ويمكن بعد ذلك ان تعطى لمتغيرة طارئة اخرى، وهكذا تنشأ وتحذف المتغيرات الطارئة حسب المنطق الذي يسير عليه تنفيذ الخوارزم، وحسب احتياجات كل مرحلة من مراحل الخوارزم.

وتنشأ المتغيرات الطارئة في جانب خاص من الذاكرة يطلق عليه اسم **الذاكرة النشطة،** وسميت بالنشطة للحركة التي تشهدها هذه الذاكرة من انشاء واخلاء للمتغيرات حسب احتياجات الخوارزم.

4 – 2 الذاكرات الثلاث للخوارزم

عندما ينفذ الخوارزم، توفر له ذاكرة محدودة (اي ليست غير متناهية) مقسمة الى ثلاثة انواع:

- **ذاكرة المجال العام** للخوارزم، وتسمى ايضا بذاكرة الخوارزم، او الذاكرة الساكنة، وتحتوي على المتغيرات التي يصرح بها خارج الوظائف والإجراءات، وهي ما نسميه في الغالب بالمتغيرات العامة، وسميناها بالذاكرة الساكنة لكون المتغيرات متوفرة في مكانها طوال تنفيذ الخوارزم.
- **ذاكرة المجالات المحلية،** وتحتوي على المتغيرات المحلية لكل الإجراءات والوظائف قيد التنفيذ، وتنشأ المتغيرات المحلية عند بدئ تنفيذ الوظيفة او الإجراء ويتم حذف المتغيرات من هذه الذاكرة فور انتهاء الإجراء او الوظيفة.
- **الذاكرة النشطة،** وتحتوي على المتغيرات الطارئة.

ذاكرة المجال العام المتغيرات الساكنة
ذاكرة المجالات المحلية المتغيرات المحلية
الذاكرة النشطة المتغيرات الطارئة

ذاكرة الخوارزم

4 - 3 الصلة: الوسيلة الوحيدة لاستغلال المتغيرات الطارئة

بما ان المتغيرات الطارئة لا تنشأ عن طريق التصريح بها، فهي تفتقد الى اسم مرتبط بها بشكل عضوي، فاسم اي متغيرة يحدد عند كتابة التصريح بها.

الوسيلة الوحيدة للتعامل مع المتغيرات الطارئة هي الصلات، فتُصرح الصلة اولا، وعندما يحين وقت الإنشاء، تنشأ المتغيرة الطارئة وتربط عند انشائها بالصلة المناسبة، ولإنشاء متغيرة طارئة نستعمل العملية **"شيد".**

4 – 4 العملية "شيد"

تكتب العملية **"شيد"** على الشكل التالي: **شيد اسم_نمط،** مثلا **شيد طبيعي** او **شيد منطقي، وهدفها**انشاء متغيرة طارئة في الذاكرة النشطة، حسب النمط الذي يُعطي لها، اي الذي يظهر بعد كلمة **شيد**، وتقوم هذه الوظيفة بحجز المساحة المطلوبة من الذاكرة النشطة لإنشاء المتغيرة الطارئة، ولا تضع العملية **شيد** اي قيمة في المتغيرة الطارئة، وهكذا يكون محتوى المتغيرة الطارئة غير معلوم.

بعد الانتهاء من انشاء المتغيرة الطارئة في الذاكرة النشطة حسب النمط الذي اعطي لها، تقوم الوظيفة **شيد** بإرجاع المعلومات التي تبين موقع (او عنوان) المتغيرة الطارئة في الذاكرة النشطة، ومثل هذه المعلومات يجب ان توضع في صلة مناسبة، لربط الصلة بالمتغيرة الطارئة، فمثلا اذا كان **"صم"** اسم صلة من النمط (او النوع) **منطقي،** واذا اردنا انشاء متغيرة طارئة من النوع **منطقي** متصلة بالصلة **صم،** نكتب على سبيل المثال في سطر واحد ما يلي: **منطقي &صم = شيد منطقي ؛**

في حالة ما اذا لم نقم بحفظ المعلومات التي ترجعها العملية **شيد** في صلة ما، فان المتغيرة الطارئة تُنشأ فعليا ولكن لن يستطيع الخوارزم الوصول اليها، فتصبح متغيرة طارئة ضائعة تستحوذ على مساحة من الذاكرة دون فائدة، كما يظهر ذلك في النص 3 والأشكال المفسرة له،يوُظهر النص 3 والأشكال المفسرة له كيفية استعمال الوظيفة **شيد** واستغلال المتغيرات الطارئة.

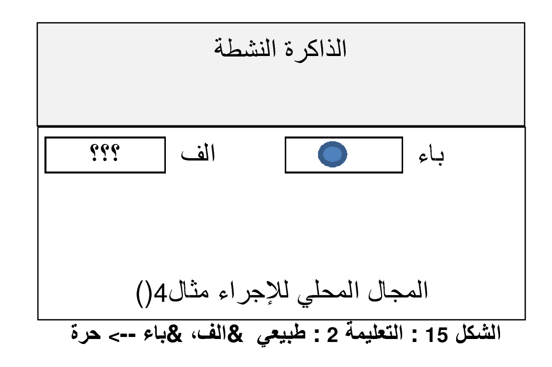
رقم	نص الإجراء	تعليقات
1	اجراء مثال4 () }	
2	طبيعي &الف، &باء = صلة_حرة	انشاء صلتين، احداهما (الف) مجهولة الارتباط واخرى (باء) **حرة**
3	**شيد(طبيعي)**	انشاء متغيرة طارئة ضائعة في الذاكرة النشطة، لعدم حفظ معلومانت موقعها في صلة
4	الف = شيد (طبيعي)	انشاء متغيرة طارئة مرتبطة بالصلة معلومة الف
5	الف =120	شحن القيمة 120 في المتغيرة الطارئة المرتبطة بالصلة الف
6	باء = شيد (طبيعي)	انشاء متغيرة طارئة مرتبطة بالصلة باء
7	باء = الف*2	شحن القيمة 240 في المتغيرة الطارئة المرتبطة بالصلة باء
8	باء = الف	ربط الصلة باء بالمتغيرة المرتبطة بالصلة الف، وتسبب مثل هذه التعليمة بضياع المتغيرة الطارئة التي كانت مرتبطة بالصلة باء
9	الف = صلة_حرة	الصلة الف اصبحت حرة، لكن المتغيرة الطارئة التي كانت مرتبطة بها لم تضع لوجود صلة اخرى للمتغيرة الطارئة هي باء
10	باء = 10	وضع القيمة 10 في المتغيرة الطارئة التي كانت مرتبطة بالصلتين الف و باء ثم اصبحت مرتبطة فقط بالصلة باء
11	باء = باء*2 + الف	**خطأ:** العبارة تستعمل الصلة الف التي اصبحت حرة
12	الف = 10	**خطأ:** العبارة تستعمل الصلة الف التي اصبحت حرة
13	باء = شيد (منطقي)	خطأ: الصلة التي ترجعها الوظيفة شيد من النوع **منطقي** لا يمكن استعمالها في ربط صلة من النمط طبيعي
14	{	

النص 3 : كيفية انشاء واستغلال المتغيرات الظرفية

من خلال النص 3 و الأشكال المفسرة له (من الشكل 15 الى الشكل 23) نلاحظ ما يلي:

- المتغيرات الطارئة تنشأ في الذاكرة النشطة ولا اسم لها، فيجب استعمال صلة للوصول اليها، فإن كانت المتغيرة الطارئة مربوطة بصلة، اصبح بالإمكان الوصول اليها لاستغلالها، اما اذا لم تكن مربوطة بأي صلة، فلا يمكن الوصول اليها، فتصبح المتغيرة ضائعة مضيعة للذاكرة.

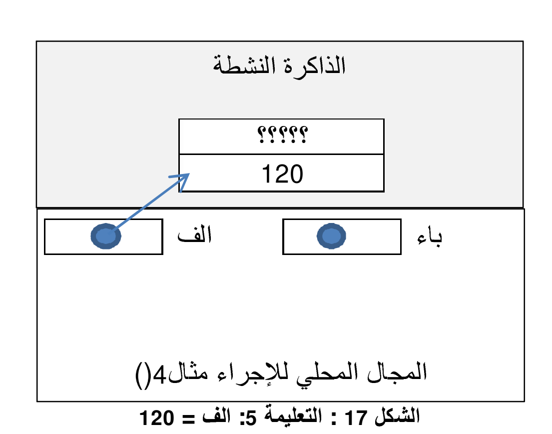
في الشكل 21 وكنتيجة لتنفيذ التعليمة رقم 8: **باء=الف**، ضاعت المتغيرة الطارئة التي تحتوي على القيمة 240، ولا يمكن بعد تنفيذ هذه التعليمة الوصول اليها.



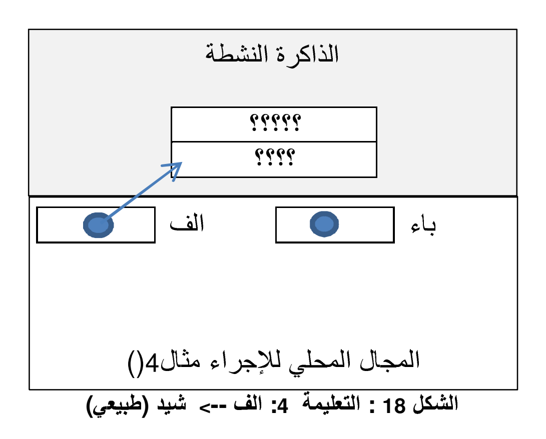
الشكل 15 : التعليمة 2 : طبيعي &الف، &باء --> حرة



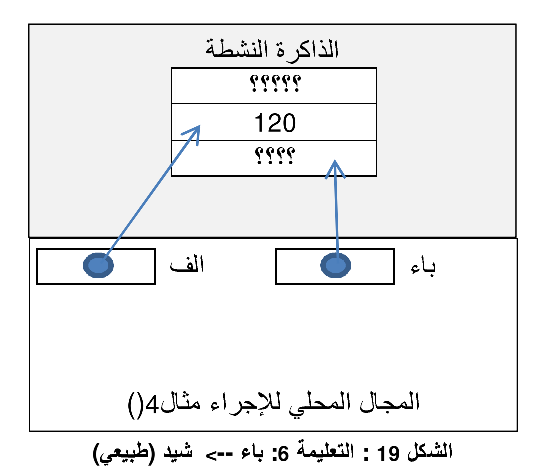
الشكل 16 : انشاء متغيرة طارئة ضائعة
التعليمة 3 : شيد(طبيعي)



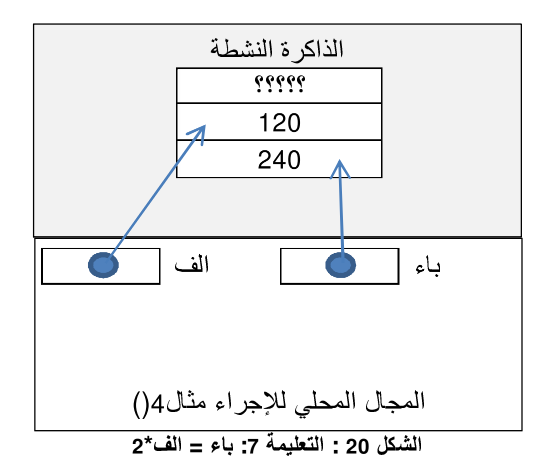
الشكل 17 : التعليمة 5: الف = 120



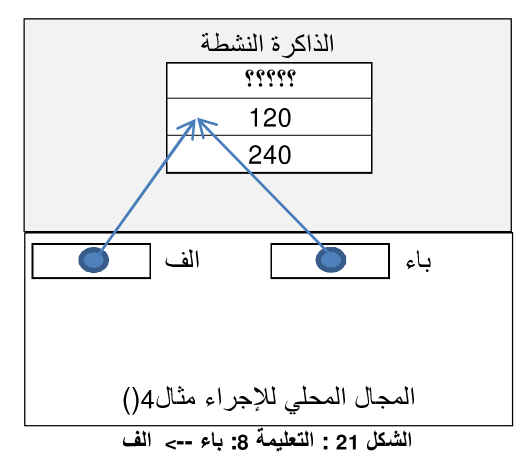
الشكل 18 : التعليمة 4: الف --> شيد (طبيعي)



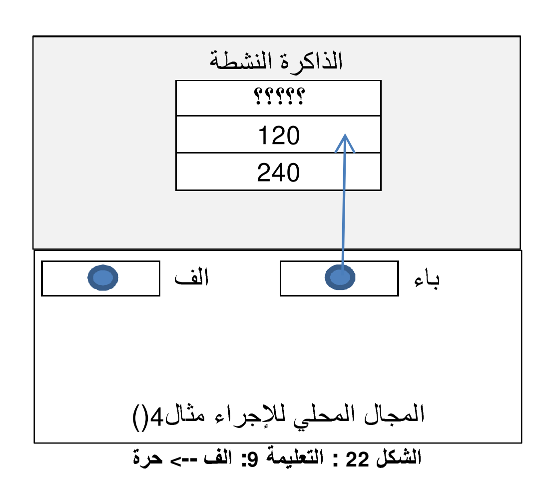
الشكل 19 : التعليمة 6: باء --> شيد (طبيعي)



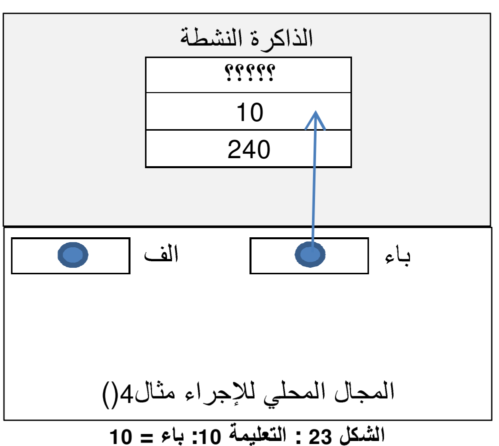
الشكل 20 : التعليمة 7: باء = الف*2



الشكل 21 : التعليمة 8: باء --> الف



الشكل 22 : التعليمة 9: الف --> حرة



الشكل 23 : التعليمة 10: باء = 10

الفصل عشرون

الصلات و تطبيقاتها

حقيقة مخارج الإجراءات و الوظائف

1 - مقدمة

تعتبر المنافذ، ومنها المداخل والمخارج، الطريقة الأسلم لتوصيل المعطيات الى خوارزم ما وللحصول على النتائج التي يتوصل اليها الخوارزم، وكما سبق وان اشرنا اليه مرارا، تمُثل كل منفذ متغيرة محلية في الإجراء او الوظيفة، تكون من نفس النمط الذي ذكر مع المنفذ في قائمة المنافذ التي تذكر في رأس الخوارزم.

و ذكرنا ايضا طريقة توصيل المعلومات الى المتغيرة المحلية عبر مدخل ما، والعملية كالتالي:

- اولا تُقَيم العبارة التي كتبت في مكان المدخل عند طلب تشغيل الإجراء او الوظيفة.
- شحن القيمة التي افضى اليها التقييم في المتغيرة المحلية المناسبة للمدخل.

والسؤال المطروح هنا هو: هل مثل هذه الطريقة يمكن استعمالها مع المخارج؟

نحاول فيما يلي، عبر خوارزم لحل معادلة من الدرجة الثانية المكون من النص 2 الى النص 5، ان نطبق اولا نفس الطريقة لنرى جليا انها غير مجدية فيما يخص المخارج، وبعدها سوف نلاحظ ان الطريقة الفعالة مرتكزة اساسا على الصلات.

2 - طريقة توصيل المعلومات عبر المداخل

للشرح طريقة توصيل المعلومات عبر المداخل، نعتمد على النص 1.

	خوارزم توصيل_المعلومات_عبر_المداخل {
1	اجراء جيم(طبيعي ط1، ط2) {
2	حقيقي ح1 ، ح2 = 12.5
3	ح1 = (ط1 + ط2)*ح2
4	اكتب "النتيجة هي " + ح1
5	}
6	اجراء اساسي() {
7	طبيعي الف=2، باء= 4
8	جيم(20،10)
9	جيم(الف + ب،الف*ب + الف*الف)
10	}
	}

النص 1 : خوارزم وضع فقط لشرح طريقة توصيل المعلومات عبر المداخل

نلاحظ في الإجراء اساسي وجود تعليمتين لطلب تنفيذ الإجراء جيم (السطرين 7 و 8).

2 – 1 شرح ما يحدث في الطلب الأول (السطر 7):

عندما ينفذ الطلب: **جيم(20،10)**، ينتقل التنفيذ الى الإجراء **جيم**، واول ما يفعله هذا الإجراء هو انشاء المتغيرتين **ط1** و **ط2** و شخنهما بالقيم 20 و 10، ويصبح الإجراء **جيم** وكأنه على الشكل التالي:

```
اجراء جيم() {
  طبيعي ط1=20، ط2=10
  حقيقي ح1 ، ح2 = 12.5
  ح1 = (ط1 + ط2)*ح2
  اكتب "النتيجة هي " + ح1
}
```

2 – 2 شرح ما يحث في الطلب الثاني (السطر8):

قبل الشروع في تنفيذ الطلب الثاني: **جيم(الف+ ب، الف*ب+الف*الف)**، يقوم المنفذ بتقييم كل العبارات الموجودة في المداخل، وفي حالنا يقيم اولا عبارة المدخل الأول اي : **الف+ب** ثم عبارة المدخل الثاني، اي: **الف*ب** + **الف*الف**، وبما ان تقييم العبارة: **الف+ ب** يفضي الى القيمة 6 وان تقييم العبارة: **الف*ب+الف*الف** يفضي الى القيمة 12، فإن الكتابة: **جيم(الف+ ب، الف*ب+الف*الف)** تصبح متساوية مع الكتابة: **جيم(6 ، 12).**

الصيغة **جيم(6،12)** مشابهة للصيغة السابقة (السطر7)، فكما ذكرنا من قبل، فعند انطلاق تنفيذ الإجراء **جيم**، يتم انشاء المتغيرتين المحليتين **ط1** و **ط2** بقيمة اولية هي 6 في **ط1** و 12 في **ط2.**

هام جدا: علمنا من قبل ان المتغيرات المحلية لإجراء ما او لوظيفة ما تنشأ في ذاكرة خاصة بالمتغيرات المحلية للإجراءات والوظائف، سميناها **ذاكرة المجالات المحلية** للإجراءات والوظائف وعلمنا ان المتغيرات المحلية لإجراء ما او لوظيفة ما تنشأ وقت تنفيذ الإجراء او الوظيفة، وعند انتهاء الإجراء او الوظيفة يحذف المجال الخاص بالإجراء او الوظيفة وتحذف معه هذه المتغيرات من ذاكرة المجالات المحلية، ومعنى هذا ان المتغيرتين **ط1** و **ط2** عند التشغيل الأول للإجراء **جيم**، اي جيم(20، 10) مختلفتين تماما عن المتغيرتين **ط1** و **ط2** عند التشغيل الثاني للإجراء **جيم**، اي جيم(6، 12)، فلا علاقة وجودية بين المتغيرات المحلية تابعة لتنفيذات مختلفة لنفس الإجراء او الوظيفة.

2 – 3 خوارزم حل معادلة من الدرجة الثانية:

يتكون خوارزم حل معادلة من الدرجة الثانية من العناصر التالية:

- الوظيفة حل_معادلة_د2 (النص 2).
- الإجراء حصل (النص 3).
- الإجراء اخبر (النص 4).
- الإجراء اساسي (النص 5).

```
طبيعي حل_معادلة_د2 (مداخل: حقيقي ا، ب، ج ؛مخارج : حقيقي س1، س2) {
    طبيعي دلتا
    دلتا = ب*ب – 4*ا*ج
    اذا كانت (دلتا < 0)
        ارجع 0
    اذا كانت (دلتا == 0){
        س1 = -ب/ 2*أ
        ارجع 1
    }
    س1 = ( -ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ
    س2 = ( -ب - جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ
    ارجع 2
}
```

النص 2 : الوظيفة حل_معادلة_د2

```
اجراء حصل (مخارج: حقيقي ا، ب، ج ) {
    اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملات أ ، ب ، ج"
    اقرأ أ
    اقرأ ب
    اقرأ ج
}
```

النص 3 : الإجراء حصل

```
اجراء اخبر (المداخل: منطقي نوعية_الحل؛ حقيقي حل1، حل2 ){
    اذكان (نوعية_الحل == 0) {
        اكتب "ليس للمعادلة حل"
        ارجع
    }
    اذكان (نوعية_الحل == 1) {
        اكتب " للمعادلة حل واحد وهو س= " + حل1
        ارجع
    }
    اكتب " للمعادلة حلين :"
    اكتب " الحل الأول: س1 =" + حل1
    اكتب " الحل الثاني: س2 =" + حل2
}
```

النص 4 : الإجراء اخبر

```
اجراء اساسي (){
    /* التصريح بالمعطيات التي تستعمل في هذا الإجراء */
    حقيقي الف، باء، جيم، حل1، حل2
    طبيعي نوعية_الحل
    حصل (الف، باء، جيم)
    نوعية_الحل = حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، حل1، ل2)
    اخبر(نوعية_الحل، حل1، حل2)
}
```

النص 5 : الإجراء اساسي

من بين هذه العناصر نلاحظ ان عنصرين فقط لهما مخارج:

- الوظيفة **حل_معادلة_د2**
- والإجراء **حصل**

2 – 3 – 1 الوظيفة حل_معادلة_د2: تأخذ هذه الوظيفة على عاتقها المهمة المركزية للخوارزم، اي حل معادلة من الدرجة الثانية، فتنطلق من 3 معطيات هي المعاملات: ا، **ب**،**ج** للمعادلة، وتنتج نتيجة اولى عبر **منفذ الرجوع** تخبر عن الحل وتكون النتيجة من احدى القيم الطبيعية التالية:

- 0 و تعني ان المعادلة ليس لها حل.
- 1 و تعني ان للمعادلة حل واحد.
- 2 و تعني ان للمعادلة حلين مختلفين.

اذا كان للمعادلة حل واحد، يوضع الحل في المخرج: **س1**، واذا كان للمعادلة حلين يوضع الحلين في المخرجين: **س1** و **س2.**

2 – 3 – 2 الإجراء حصل: يقوم بالتفاعل مع المستعمل ويضع النتائج، اي القيم التي ادخلها المستعمل في المخارج: أ، **ب، ج.**

3 - تطبيق طريقة المداخل على المخارج

تبرز الاشكال(من الشكل 1 الى الشكل 4) مختلف المراحل التي تمر بها ذاكرة المجالات المحلية نتيجة تنفيذ الإجراء **اساسي** والإجراء **حصل**، فتبدأ المرحلة الأولى من الخوارزم بتنفيذ الأجراء **اساسي** (الشكل)أ فيُ نشَأ المجال الخاص به، وفيه تنُشأ المتغيرات المحلية: **الف، باء، جيم، س1، س2** و **نوعية_الحل**، وبما ان التصريح بهذه المتغيرات تم بدون قيمة اولية، يكون محتواها مجهولا(الشكل 1).

بعد انشاء متغيراته المحلية، يقوم الإجراء **اساسي** بتحريك الإجراء **حصل** (اي طلب تنفيذ الإجراء **حصل**)، الذي يحتوي على3 مخارج: ا، **ب**،**ج**، وعلى اثر هذا التحريك، يقوم المنفذ بإنشاء المجال الخاص بالإجراء **حصل**، ثم ينشأ المتغيرات المناسبة لكل منافذه اي المتغيرات: ا، **ب**، **ج**.

اذا استعملنا نفس الطريقة التي تستعمل مع **المداخل**، يكون طلب تنفيذ الإجراء حصل شبيه بالكتابة التالية:

حصل (حقيقي أ=الف، حقيقي ب= باء، حقيقي ج= جيم)

اي كل متغيرة مصاحبة لمخرج تشحن بقيمة العبارة التي ذكرت في المخرج، وفي حالنا، بما ان المتغيرات **الف، باء و جيم** تحتوي على قيم مجهولة، فان المتغيرات المحلية للإجراء **حصل** سوف تشحن بقيم مجهولة (الشكل 2).

اثناء تنفيذ الإجراء **حصل**، يَطلب الإجراء من المستعمل ادخال المعاملات التي تُعرف المعادلة من الدرجة الثانيةتلي يُراد حلها، اي ا، **ب ج**، ولنفرض ان المستعمل ادخل تباعا القيم 1.00، 1.0 و 2.00 -، فبفضل التعليمة **اقرأ**، تشحن تباعا المتغيرات المحلية: ا، **ب**، **ج** بالقيم 1.00، 1.0 و 2.00 - (الشكل 3).

بعد شحن المتغيرات: ا ، **ب**، **ج** بالقيم التي ادخلها المستعمل، ينته الإجراء حصل من التنفيذ، وبانتهائه تمحي ذاكرته المحلية، وعند الرجوع للإجراء **اساسي**، تكون متغيرات الإجراء **حصل** قد اتلفت واتلف معها ما ادخله المستعمل(الشكل 4)، وتبقى هكذا المتغيرات **الف**، **باء** و **جيم** التابعة للإجراء **اساسي** على حالها، مجهولة المحتوى، ولا يمكن الاستمرار في التنفيذ انطلاقا من قيم مجهولة تعطى للوظيفة **حل_معادلة_د2**.

والخلاصة ان الطريقة المستعملة مع المداخل لا يمكن ان تؤدي الى جلب النتائج عبر المخارج.

الذاكرة العامة

الذاكرة النشطة

الذاكرات المحلية

الف	؟؟؟
باء	؟؟؟
جيم	؟؟؟
س1	؟؟؟
س2	؟؟؟
نوعية_الحل	؟؟؟

اساسي: المجال المحلي

الإجراء قيد التنفيذ:اساسي

3 حقيقي الف، باء، جيم، س1، س2

4 طبيعي نوعية_الحل

الشكل 1 : حالة الذاكرة بعد تنفيذ التعليمتين 3 و 4 من اساسي

الشكل 2 : الذاكرة بعد طلب تنفيذ الإجراء حصل

الشكل 3 : الذاكرة بعد تنفيذ التعليمات 3، 4، 5 من الإجراء حصل

الشكل 4 : الذاكرة بعد العودة من الإجراء حصل الى الإجراء اساسي

4 - السبل التي تمكن خوارزما ما من توفير ما تحصل عليه لمن طلبه

ليتمكن الإجراء **حصل** من اداء وظيفته، يجب عليه ان لا يضع المعطيات المتحصل عليها من المستعمل في متغيراته المحلية التي تختفي عند انتهائه، بل في متغيرات تكون متوفرة للإجراء **اساسي** بعد انتهاء الإجراء **حصل**، والمتغيرات المتوفرة للإجراء **اساسي** هي اما **متغيراته الخاصة به** او **المتغيرات العامة**، فهذه المتغيرات تبق موجودة بعد اختفاء الإجراء **حصل**، ونشير هنا ان الإجراء **اساسي** يريد الحصول على النتائج عبر المخارج وليس عبر متغيرات عامة، يجب التصريح بها، فالإجراء **اساسي** لا يرى الا المخارج كسبيل للحصول على النتائج.

والسؤال الأدق الذي يجب علينا ان نجد له حلا هو: بما ان الإجراء **حصل** يجب عليه ان يضع نتائجه في متغيرات خارجة عن مجاله، وبصفة ادق في متغيرات تابعة للمجال الخاص بطالب التنفيذ، اي **اساسي** في حالنا، فما هو السبيل الذي يجعل الإجراء **حصل** عبر مخارجه قادرا على **اختراق المجال الخاص للإجراء اساسي**، ليضع فيه مباشرة نتائجه.

للإجابة عن هذا السؤال ندخل تغييرا طفيفا على رأس الإجراء فيكون هذا الأخير على صيغة النص 6، و يظهر جليا في هذا النص ان المخارج اصبحت ممثلة **بصلات** وليس بمتغيرات، وقد علمنا من قبل ان الصلة لا يمكن ان تستغل الا بعد ربطها بمتغيرة ما، وهذا ما يحدث عند طلب تنفيذ النسخة الجديدة من الإجراء **حصل**، إذ تصبح كتابة تعليمة طلب تشغيل الإجراء حصل، اي: **حصل (الف، باء، جيم)** متساوية مع الكتابة التالية

حصل (حقيقي &أ - -> الف، حقيقي &ب - -> باء، حقيقي &ج - -> جيم)

```
اجراء حصل (مخارج: حقيقي &ا، &ب، &ج ) {
    اكتب "فضلا، ادخل تباعا المعاملات أ ، ب ، ج"
    اقرأ أ
    اقرأ ب
    اقرأ ج
}
```

النص 6 : النسخة المعدلة للإجراء حصل

5 - تطبيق طريقة الصلات على المخارج

بعد اتمام تجهيز المجال الخاص بالإجراء **اساسي**، وبعد طلب تنفيذ الإجراء **حصل**، يُنشأ المجال المحلي للإجراء **حصل** وفيه تُنشأ ثلاث صلات(الشكل 5)، كل واحدة مرتبطة بما يوضع في المخرج الموافق لها من اسم متغيرة او اسم صلة اخرى، وبفضل هذه الصلة يمكن للإجراء **حصل** ان يصل الى المتغيرات المحلية للإجراء **اساسي** ليضع فيها ما يلزم من معطيات.

بعد انشاء الصلات الثلاث، وبفضل التعليمة **اقرأ** يضع الإجراء حصل تباعا القيم 2.00، 1.0 و -2.00، في المتغيرات المرتبطة بالصلات ا، **ب** و **ج**، اي مباشرة في المتغيرات **الف، باء و جيم** التابعة للإجراء اساسي(الشكل 6).

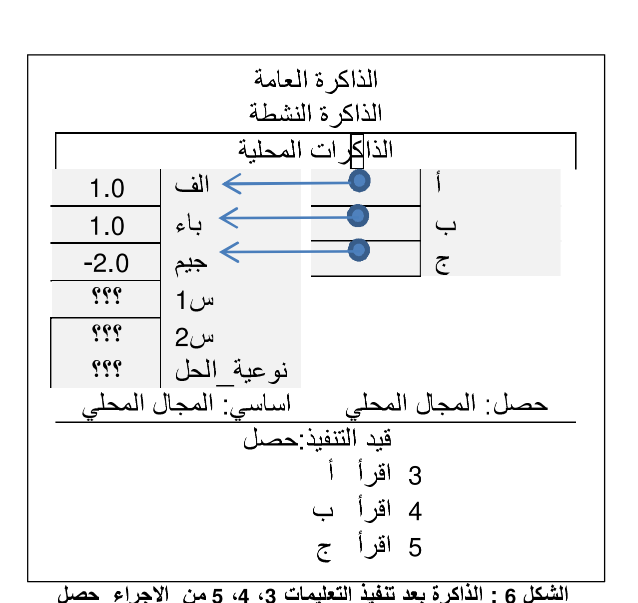
عند انتهاء الإجراء **حصل** من التنفيذ يمحى مجاله الخاص من ذاكرة المجالات المحلية ويرجع التنفيذ للاستمرار مع تعليمات **اساسي** وقد حفظت القيم التي ادخلها المستعمل في المتغيرات **الف، باء و جيم** (الشكل 7)، التي يمكن البناء عليها في طلب تشغيل الوظيفة **حل_معادلة_د2**.

الذاكرة العامة
الذاكرة النشطة
الذاكرات المحلية

؟؟؟	الف	←	ا
؟؟؟	باء	←	ب
؟؟؟	جيم	←	ج
؟؟؟	س1		
؟؟؟	س2		
؟؟؟	نوعية_الحل		

اساسي: المجال المحلي — حصل: المجال المحلي
الإجراء قيد التنفيذ: اساسي ، حصل
5 حصل (الف، باء، جيم)

الشكل 5 : الذاكرة بعد طلب تنفيذ الإجراء حصل من قبل الإجراء اساسي



الشكل 6 : الذاكرة بعد تنفيذ التعليمات 3، 4، 5 من الإجراء حصل

الذاكرة العامة
الذاكرة النشطة
الذاكرات المحلية

1.0	الف
1.0	باء
-2.0	جيم
؟؟؟	س1
؟؟؟	س2
؟؟؟	نوعية_الحل

كل متغيرات المجال المحلي قد حذفت

اساسي: المجال المحلي — حصل: المجال المحلي
قيد التنفيذ:حصل، اساسي
6 : النهاية والعودة الى اساسي

الشكل 7 : الذاكرة بعد العودة من الإجراء حصل الى الإجراء اساسي

الخلاصة: منافذ الخوارزم على شكلين: **المداخل والمخارج**.

المداخل هي في حقيقتها متغيرات محلية: كل مدخل مرتبط بمتغيرة محلية من النمط الذي ذكر مع المدخل ، و عند طلب تنفيذ الخوارزم، توضع في المتغيرة القيمة التي افضى اليها تقييم العبارة التي وضعت في المدخل المناسب.

المخارج هي في حقيقتها صلات محلية:كل مخرج مرتبط بصلة محلية، تربط مع المتغيرة او الصلة التي تذكر في المخرج عند طلب تنفيذ الخوارزم.

6 - شرح ما يحصل عند تنفيذ الوظيفة حل_معادلة_د2

حتى تتمكن الوظيفة **حل_معادلة_د2** من ارجاع الحلول يجب ان تكون المخارج **س1** و **س2** قد عُرفت على انها صلات، وعلى هذا الأساس يكون رأس الوظيفة **حل_معادلة_د2** على الشكل التالي:

طبيعي حل_معادلة_د2 **(مداخل: حقيقي** ا، ب، ج **؛مخارج : حقيقي** &س1، &س2)

وفي هذا الشكل الجديد للوظيفة **حل_معادلة_د2**، وبعد ان يتحصل الإجراء **اساسي** على قيم المعاملات في المتغيرات **الف**، **باء** و **جيم** عبر الإجراء **حصل**، يطلب خدمة الوظيفة **حل_معادلة_د2** التي تحتوي على مداخل ومخارج، فعند طلب التنفيذ يضع الإجراء اساسي(كما يظهر في الشكل 8):

- المعاملات: **الف**، **باء** و **جيم** في المداخل: **أ**، **ب**، **ج** ، فينقل ما فيها الى المتغيرات المحلية المناسبة **أ**، **ب**، **ج** ، فتقييم عبارة مكونة من متغيرة يفضي الى ما تحتويه المتغيرة.
- اسماء المتغيرات التي تربط بالصلات الممثلة للمخارج (الشكل 8) والموجهة لتخزين النتائج التي تتوصل اليها الوظيفة.

الذاكرة العامة

الذاكرة النشطة

الذاكرات المحلية

ا	1.0	الف	1.0
ب	1.0	باء	1.0
ج	-2.0	جيم	-2.0
س1	● →	س1	؟؟؟
س2	● →	س2	؟؟؟
دلتا	؟؟؟	نوعية_الحل	؟؟؟
مجال حل_معادلة_د2		مجال اساسي	

قيد التنفيذ:اساسي ، حل_معادلة_د2

6 نوعية_الحل=حل_معادلة_د2(الف، باء، جيم، حل1، ل2)

الشكل 8 : الذاكرة بعد طلب تنفيذ الوظيفة حل_معادلة_د2 من قبل الإجراء اساسي

عندما تشرع الوظيفة **حل_معادلة_د2** في التنفيذ تقوم اولا بتقييم العبارة: **دلتا=ب*ب– 4*ا*ج**، ونتيجة التقييم هي القيمة 9 التي احتفظ بها في المتغيرة المحلية: **دلتا**، وبما ان قيمة **دلتا** هي اكبر من صفر، فالمعادلة لها حلين، فالتعليمات التي تنفذ تباعا هي:

س1 = (-ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ
س2 = (-ب - جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ

وهاتين التعليمتين تشحن كل من **س1** و **س2** بالقيمة التي تفضي اليها العبارة في يسار عملية الشحن =، اي ان **س1** تشحن بالقيمة **1.0** و **س2** تشحن بالقيمة **2.0 -**، وبما ان **س1** و **س2** صلتين للمتغيرتين **س1** و **س2** التابعتين للإجراء أساسي، فان الشحن يتم فعليا على مستوى **س1** و **س2** التابعتين للإجراء أساسي، كما يظهر في الشكل 9، وتنتهي الوظيفة **حل_معادلة_د2** بإرجاع

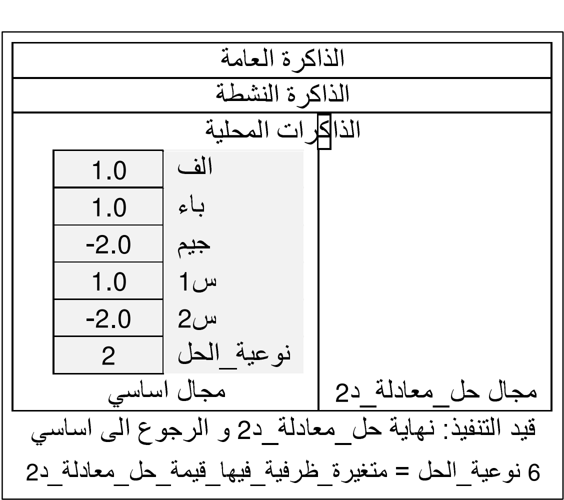
القيمة، وتمثل هذه القيمة نتيجة تقييم العبارة المكونة من طلب تشغيل **حل_معادلة_د2** على مستوى الإجراء **اساسي**، وتوضع القيمة في المتغيرة **نوعية_الحل** (الشكل 10).

الذاكرة العامة
الذاكرة النشطة
الذاكرات المحلية

مجال اساسي		مجال حل_معادلة_د2	
فال	1.0	ا	1.0
باء	1.0	ب	1.0
جيم	-2.0	ج	-2.0
س1	1.0	س1	
س2	-2.0	س2	
نوعية_الحل	؟؟؟	دلتا	9.0

قيد التنفيذ: حل_معادلة_د2
10 س1 = (-ب + جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ
11 س2 = (-ب - جذع_تربيعي(دلتا)) / 2*أ

الشكل 9 : الذاكرة بعد تنفيذ التعليمتين 10 و 11 من الوظيفة حل_معادلة_د2



الشكل 10 : الذاكرة بعد اتمام تنفيذ التعليمة 6 من الإجراء اساسي

6 - كتابة مختصرة لرأس الخوارزم (الإجراءات والوظائف):

تعلمنا فيما سبق ان المنافذ التي تصرح بين قوسين تكون على الشكل التالي:

(المداخل: قائمة المداخل المخارج: قائمة المداخل)

ثم اوردنا ان ذكر كلمة **المداخل** غير ضروري اذا اعتبرنا كل ما يكتب قبل الكلمة **المخارج**، هي من المداخل، كما يظهر في الشكل التالي:

(قائمة المداخل ، المخارج: قائمة المداخل)

و بما ان المداخل هي في حقيقتها متغيرات محلية، فيمكن القول ان التصريح بالمنافذ يمكن ان نراه على الشكل التالي:

(التصريح بقائمة من المتغيرات المحلية ، المخارج: قائمة المداخل)

وكما علمنا فان **المخارج** في حقيقتها صلات، و بناءً على هذه الحقيقة الأخيرة وما سبقها ، يمكن القول ان التصريح بالمنافذ يمكن ان نراه على الشكل التالي الذي لا نستعمل فيه الكلمتين المداخل والمخارج

(التصريح بقائمة من المتغيرات المحلية ، التصريح بقائمة من الصلات المحلية)

فمثلا اذا اخذنا الرأس التالي:

طبيعي حل_معادلة_د2 (**مداخل: حقيقي** ا، ب، ج ؛**مخارج : حقيقي** س1، س2)

يمكن اعادة كتابته على الشكل المختصر :

طبيعي حل_معادلة_د2 (**حقيقي** ا، ب، ج ، **حقيقي** &س1، &س2)

بل يمكن مع هذه الطريقة ان نخلط بين المخارج و المداخل فنكتب الأشكال التالية:

طبيعي حل_معادلة_د2 (**حقيقي** ا، ب، ج ، &س1، &س2)
طبيعي حل_معادلة_د2 (**حقيقي** &س1، &س2 ،ا، ب، ج)
طبيعي حل_معادلة_د2 (**حقيقي** &س1،ا، ب،&س2 ، ج)

فكلما وجدنا الحرف & علمنا ان المنفذ هو مخرج، واذا غاب الحرف & علمنا ان المنفذ هو مدخل.

7 - تحديد نوعية المنافذ من خلال نمط المنفذ

في بعض لغات البرمجة، كلغة **"جافا"**، لا يستعمل اي حرف اضافي للتدليل على ان المنفذ هو مخرج، ولا تستعمل اي كلمة ككلمة **مخارج**، والطريقة المتبعة في اللغة **"جافا"** تعتمد على جعل نوع المنفذ يحدد من خلال نمط المنفذ، فبعض الانماط لا يمكن استعمالها الا في المداخل والانماط الاخرى لا يمكن ان تستعمل الا في المخارج، ولا يمكن لنمط ما ان يستعمل في المخارج والمداخل، فاسم النمط يخبر مباشرة عن نوع المنفذ.

8 - آخر تنبيه في الجزء الأول من الكتاب:

المتغيرات و الصلات المحلية التي يصرح بها في رأس الخوارزم والمتغيرات والصلات المحلية التي يصرح بها في جسد الخوارزم كلها متغيرات وصلات محلية يمكن ان نتصرف معها بنفس الطريقة ونجري عليها كل العمليات المتاحة.

الفرق الوحيد بينها يكمن في ان المتغيرات والصلات المحلية التي يصرح بها في رأس الخوارزم تنشأ دائما بقيمة اولية، هي القيمة التي توضع في المنافذ عند طلب تشغيل الإجراء او الوظيفة، اما المتغيرات والصلات المحلية التي يصرح بها في جسد الخوارزم، فيمكن ان يصرح بها بقيمة اولية او بدون قيمة اولية، فتنشأ حسب تصريحها.

انته بحمد الله تعالى

الجزء الأول

من كتاب

تفهيم الخوارزميات

الاربعاء 18 ذو القعدة 1436 ، 02 سبتمبر 2015

وتمت المراجعة الثانية في يوم السبت 02 رجب 1440، 09 مارس 2019

وتمت المراجعة الثالثة في يوم الأحد 20 رجب 1441، 15 مارس 2020

الملحق الأول

ترجمة الكلمات الشائعة الاستعمال الى الإنجليزية والفرنسية[1]

[1] لمزيد من المصطلحات تصفح كتاب نبراس: دليل المصطلحات التقنية للأستاذ طه زروقي، قسم الإعلام الألي، جامعة البويرة

فرنسي	انجليزي	عربي
Logiciel	Software	المكون المرن
Matériel	Hardware	المكون الصلب
Ada Lovelace	Ada Lovelace	أدا لوفلاس
UML	UML	يو أم أل
Organigramme	Organigram	خارطة الانسياب
Variable	Variable	متغيرة
Valeur	Value	قيمة
Constante	Constant	ثابتة
Variable constante	Constant Variable	متغيرة ثابتة
Instruction	Instruction	تعليمة
Bloc	Bloc	كتلة
Retour	Return	ارجع
Sortie	Exit	اجرج
Debut	Begin	البداية
Fin	End	النهاية
Procedure	Procedure	اجراء
Fonction	Function	وظيفة
Entrée / sortie	Input / output	المنافذ
Entrée	Input	المداخل
Sorties	Output	المخارج
Parametre	Parameter	المعامل
Instructon break	Break instruction	التعليمة غادر
Instruction continue	Continue instruction	التعليمة واصل
Reference, pointeur	Reference, Pointer	الصلة
Variable temporaire	Temporary variable	متغيرة ظرفية
Variable dynamique	Dynamic variable	متغيرة طارئة
Lire	Read	اقرأ
Ecrire	Write	اكتب
Informatique	Computer Science	الإعلام الآلي
mémoire	Memory	الذاكرة
Mémoire dynamique	Dynamic memory	الذاكرة النشطة
Ecran	Screen	الشاشة
Imprimante	Printer	الطابعة، الكاتبة

Variable	Variable	المتغيرات
Système Informatique	Computer System	انظمة الإعلام الألي
Commentaires	Comments	تعليقات
instructions	Instructions	تعليمات
Algorithme	Algorithm	خوارزم
Mémoire statique	Static memory	ذاكرة المتغيرات العامة
Pile d'exécution	execution stack, run-time stack	ذاكرة المتغيرات المحلية
Comportement de l'algorithme	Algorithm behavior	سلوك الخوارزم
expression	Expression	عبارة
opérations	Operations	عمليات
bloc	Block	كتلة
Clavier	Keyboard	لوحة المفاتيح لوحة الحروف
sorties	Outputs	مخارج
entrées	Inputs	مداخل
Entrées/Sorties	Inputs/outputs	منافذ
Appel,	Call	ناد
exécuter	Perform, execute	نفذ
Point d'entrée	Starting point	نقطة الدخول او نقطة الانطلاق
Type	Type	نمط ، نوع

مفردات لتحويل اللغة الشرمزية الى لغة جافا، سي و سي++

لغة سي	لغة سي++	لغة جافا	اللغة الشبه رمزية
exit	Exit	Exit	اخرج
if	If	If	اذا
return	Return	Return	ارجع
case	Case	Case	الخيار
pointer	reference, pointer	Reference	الصلة
switch	Switch	Switch	تحول الى، حول
char	Char	Char	حرف
float	Float	float, double	حقيقي
char *	char *	String	سلسلة
int	Int	Int	طبيعي
break	Break	Break	غادر
continue	Continue	Continue	واصل
for	For	For	منحنى
while	While	While	مادام
----	----	Boolean	منطقي
else	Else	Else	والا
		final	ثابت

الملحق الثاني

ترجمة خوارزميات الجزء الأول للغة جافا

الفصل الثاني

خارطة الانسياب

تحويل جزئي للنصين: النص 1 والنص 2

```java
package part_01_chapter_01;
import java.util.Scanner;
public class PrepareCarToStart {
        /*
اضافات ضرورية تمكن من التنفيذ الفعلي لترجمة الخوارزم : البداية
        */
        static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        static final int OIL_MINIMUM_LEVEL = 20;
        static final int OIL_GOOD_LEVEL = 80;
        static final int PETROL_MINIMUM_LEVEL = 5;
        public static int getOilLevel(){
        /*
للحصول على مستوى الزيت، يتوجب على هذا البرنامج التفاعل مع جهاز التقاط مستوى الزيت في السيارة،
وبما ان هدا البرنامج موجه فقط للتعلم، فإننا في هذه الحالة
نتحصل على مستوى الزيت من خلال التفاعل مع انسان، وفي غالب الأمر يكون السائق
         */
        System.out.println("فضلا  ادخل مستوى الزيت في سيارتك");
        int oilLevel = keyBoard.nextInt();
        return oilLevel;
    }
        public static int getPetrolLevel(){
    /*
للحصول على مستوى البنزين، يتوجب على هذا البرنامج التفاعل مع جهاز التقاط مستوى البنزين في السيارة،
وبما ان هدا البرنامج موجه فقط للتعلم، فإننا في هذه الحالة
نتحصل على مستوى البنزين من خلال التفاعل مع انسان، وفي غالب الأمر يكون السائق
         */

        System.out.println(" فضلا  ادخل مستوى البنزين في سيارتك ");
        int petrolLevel = keyBoard.nextInt();
        return petrolLevel;
    }

        public static int prepareOilToAdd(int oilCurrentLevel){
                return OIL_GOOD_LEVEL -  oilCurrentLevel;
        }
        public static void addOilToCar(int oilQuantity){
                System.out.println(" :الرجاء  ضف من الزيت الكمية التالية  "+ oilQuantity);
        }
        public static void main(String[] argv) {
                System.out.println(controlBeforeStartCar());
        }
اضافات ضرورية تمكن من التنفيذ الفعلي لترجمة الخوارزم : النهاية
        /*
بداية الترجمة للخوارزم
         */
        public static String controlBeforeStartCar() {
                int oilCurrentLevel = getOilLevel();
                if (oilCurrentLevel < OIL_MINIMUM_LEVEL ) {
                        int requiredOilQuantity = prepareOilToAdd(oilCurrentLevel);
                        addOilToCar( requiredOilQuantity);
                        oilCurrentLevel = getOilLevel();
                        if (oilCurrentLevel < OIL_MINIMUM_LEVEL ){
                                return "الزيت خزان في عيب بسبب للإقلاع صالحة غير السيارة";
                        }
                }
                int petrolCurrentLevel = getPetrolLevel();
                if (petrolCurrentLevel < PETROL_MINIMUM_LEVEL ){
                        return " البنزين غياب بسبب للإقلاع صالحة غير السيارة" ;
                }
                return "للإقلاع صالحة السيارة";
        }
}
/*
نهاية الترجمة للخوارزم
         */
```

الفصل الخامس

التعبير النصي للخوارزميات

اضافات ضرورية للتمكين من تشغيل البرنامج المحتوي عل ترجمة خوارزم النص 9 الى جافا

```
package part_01_chapter_05;
import java.util.Scanner;
class MyInteger {
        public int  value;
}
class MyDouble {
        public double  value;
}
public class QuadraticEquation {
        static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
                MyInteger state = new  MyInteger();
                MyDouble x1 = new  MyDouble(), x2 = new  MyDouble();
                // Interaction with user to get quadratic equation coefficient
                System.out.println("حل معادلة من الدرجة الثانية فضلا ادخل تباعا معاملي المعادلة");
                System.out.print("أ :");
                double a = keyBoard.nextDouble();
                System.out.print("ب :");
                double b = keyBoard.nextDouble();
                System.out.print("ج :");
                double c = keyBoard.nextDouble();
                resolveQuadraticEquation(a, b, c, state, x1, x2);
                // End of the interaction
                if (state.value == 0) {
                    System.out.println("لا حل لهذه المعادلة");
                    return;
                }
                if (state.value == 1) {
                    System.out.println("حل واحد هو : س = " + x1.value);
                    return;
                }
                System.out.println("حلين اثنين هما على التوالي : س1 = " + x1.value + "  س2 =" + x2.value);
        }
```

بداية الترجمة لخوارزم النص 9

```
        public static void resolveQuadraticEquation(double a, double b, double c,
                                                    MyInteger stateResolver,
                                                     MyDouble x1, MyDouble x2)
        {
                double delta = b*b - 4*a*c;
                if (delta < 0)
                {
                        stateResolver.value =0 ;
                        return;
                }
                if (delta == 0)
                {
                        stateResolver.value = 1;
                        x1.value = b/(2*a);
                        return;
                }
                stateResolver.value = 2;
                x1.value = (-b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
                x2.value = (-b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
        }
}
```

نهاية الترجمة لخوارزم النص 9

اضافات ضرورية للتمكين من تشغيل البرنامج المحتوي عل ترجمة خوارزم النص 10 الى جافا

```
package part_01_chapter_05;
import java.util.Scanner;
class MyDouble {
        public double  value;
}
public class QuadraticEquation {
        static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
                MyDouble x1 = new  MyDouble(), x2 = new  MyDouble();
                // Interaction with user to get quadratic equation coefficient
                System.out.println("المعادلة معاملي تباعا ادخل فضلا الثانية الدرجة من معادلة حل");
                System.out.print("أ :");
                double a = keyBoard.nextDouble();
                System.out.print("ب :");
                double b = keyBoard.nextDouble();
                System.out.print("ج :");
                double c = keyBoard.nextDouble();
                int nbSolutions = resolveQuadraticEquation(a, b, c,  x1, x2);
                // End of the interaction
                if (nbSolutions == 0)
                {
                     System.out.println("المعادلة لهذه حل لا");
                     return;
                }
                if (nbSolutions == 1)
                {
                     System.out.println("حل واحد هو : س = " + x1.value);
                     return;
                }
                System.out.println("للمعادلة حلين اثنين هما على التوالي: س1 = " + x1.value + " س2 =" + x2.value);
        }
```

بداية الترجمة لخوارزم النص 10

```
        public static int resolveQuadraticEquation(double a, double b, double c,
                                                        MyDouble x1, MyDouble x2){
                double delta = b*b - 4*a*c;
                if (delta < 0)
                {
                   return  0;
                }
                if (delta == 0)
                {

                        x1.value = b/(2*a);
                        return 1;
                }

                x1.value = (-b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
                x2.value = (-b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
                return 2;
        }
```

نهاية الترجمة لخوارزم النص 10

الفصل الثامن

تنظيم و هيكلة الخوارزميات

ترجمة خوارزم النص 1

```
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;
public class OperationOnNumbers   // النص 1 : خوارزم اختر_عملية_لعددك
{ // البداية
    public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);   // بداية الإضافات الضرورية لتمكين الخوارزم من التنفيذ
    public static double logBase(double base, double aNumber ){
        return Math.log10(aNumber) / Math.log10(base);
    }                                                           // نهاية الإضافات الضرورية لتمكين الخوارزم من التنفيذ
        public static void main(String[] args)   // اجراء اساسي()
        { // البداية
            System.out.println("ادخل قيمة ما ثم اختر العملية المعقدة التي تريد ان تنفذها على القيمة");
            System.out.println("ادخل القيمة ");
            double aNumber; // ق1
            aNumber = keyBoard.nextDouble();

            System.out.println("اختيار العملية");
            System.out.println("ا دخل الرقم 1 ..... للحصول على الجذر التربيعي للقيمة " + aNumber);
            System.out.println(" ادخل الرقم 2 للحصول على جيب القيمة " + aNumber);
            System.out.println("ادخل الرقم 3 للحصول على تجيب التربيعي للقيمة " + aNumber);
            System.out.println(" ادخل الرقم 4 للحصول على قوة ما للقيمة " + aNumber);
            System.out.println(" ادخل الرقم 5 للحصول على لوغرتم القيمة " + aNumber);
            System.out.println("ما هو خيارك ");

            int choice ; // خيار
            choice = keyBoard.nextInt();
            if (choice == 1)   // اذا كان (خيار == 1)
            { // البداية
                double squareRoot = Math.sqrt(aNumber);
                System.out.println("الجذر التربيعي للقيمة " + aNumber + " هو : " + squareRoot );
                return; // ارجع
            } // النهاية

            if (choice == 2)   // اذا كان (خيار == 2)
            { // البداية
                double sinus = Math.sin(aNumber);
                System.out.println("جيب الزاوية " + aNumber + " هو : " + sinus );
                return; // ارجع
            } // النهاية

            if (choice == 3)   // اذا كان (خيار == 2)
            { // البداية
                double cosinus = Math.sin(aNumber);
                System.out.println("تجيب الزاوية " + aNumber + " هو : " + cosinus );
                return; // ارجع
            } // النهاية

            if (choice == 4)   // اذا كان (خيار == 2)
            { // البداية
                System.out.println("ادخل القوة التي تريد استعمالها ");
                double power = keyBoard.nextDouble();   // اقرأ ق
                double poweredNumber = Math.pow(aNumber, power);
                System.out.println("القوة " + power + "للقيمة "+aNumber + " هي :
"+poweredNumber);
                return; // ارجع
            } // النهاية

            if (choice == 5)   // اذا كان (خيار == 2)
```

```
            {  // البداية
                System.out.println("استعمالها تريد التي القاعدة ادخل  ");
                double base = keyBoard.nextDouble();  // اقرأ قو
                double log = logBase(base, aNumber);
                System.out.println("لوغرتم   " + aNumber + " في القاعدة  " + base + " هي : " +
log);
                return; //  ارجع،
            }  // النهاية
            System.out.println(" الخيار الذي ادخلته غير صحيح ...... الى اللقاء");
        } // نهاية الإجراء اساسي
}// نهاية الخوارزم
```

ترجمة خوارزم النص 2

```
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;
public class QuadraticEquationResolver {  // النص 2
        public static Scanner keyBoard  = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args)   // اساسي اجراء()
        { //
            System.out.println("المعاملين تباعا ادخل فضلا، أ ، ب ، ج  ");
            double a  = keyBoard.nextDouble();
            double b  = keyBoard.nextDouble();
            double c  = keyBoard.nextDouble();

            double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*الف*جيم
            if (delta < 0)   // اذا كان (دلتا > 0)
            {
                System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                return;
            }
            if (delta == 0)   // اذا كان (دلتا == 0)
            {
                System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                double x1 = b/(2*a);
                System.out.println(" للمعادلة حل واحد وهو  س =   "+ x1);
                return;
            }
            double x1 = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
            double x2 = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
            System.out.println(" للمعادلة حلين");
            System.out.println(" الحل الأول: س1 = "+ x1);
            System.out.println(" الحل الثاني: س2 = "+ x2);
            return;   /* هذه التعليمة غير ضرورية يمكن حذفها كونها تسبق النهاية */
        } // نهاية الإجراء اساسي
}
```

تحويل النصوص 3، 4، 5 و 6

```
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;
class MyInteger {
        public int  value;
}
class MyDouble {
        public double  value;
}
public class QuadraticEquationResolver {  // النص 3
```

```
public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

public static void quadraticEquationResolver_02(double a, double b, double c,
                                MyInteger solution, MyDouble x1, MyDouble x2)  //  الإجراء
3 النص 2د_معادلة_حل
{ // البداية
        double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*ألف*جيم
        if (delta < 0)   // اذا كان (دلتا > 0)
        {
                solution.value = 0;
                return;
        }
        if (delta == 0)   // اذا كان (دلتا == 0)
        {
                x1.value = b/(2*a);
                solution.value = 1;
                return;
        }
        x1.value = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
        x2.value = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
        solution.value = 2;

        return;   /* هذه التعليمة غير ضرورية يمكن حذفها كونها تسبق النهاية */
}  // نهاية الإجراء حل_معادلة_2د

public static int quadraticEquationResolver_02(double a, double b, double c,
                                        MyDouble x1, MyDouble x2)   //  الوظيفة
4 النص 2د_معادلة_حل
{ // البداية
        double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*ألف*جيم
        if (delta < 0)   // اذا كان (دلتا > 0)
        {
                return 0;
        }
        if (delta == 0)   // اذا كان (دلتا == 0)
        {
                x1.value = b/(2*a);
                return 1;
        }
        x1.value = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
        x2.value = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
        return 2;
}  // نهاية الوظيفة حل_معادلة_2د

public static void interaction_01()  // اجراء تفاعل_عبر_لحش () النص 5 -أ
{
        System.out.println("فضلا، ادخل تباعا المعاملين أ ، ب ، ج");
        double a = keyBoard.nextDouble();
        double b = keyBoard.nextDouble();
        double c = keyBoard.nextDouble();
        MyInteger solution = new MyInteger();
        MyDouble x1= new MyDouble(), x2 = new MyDouble();
        quadraticEquationResolver_02(a, b, c,solution, x1, x2);
        if (solution.value < 0)
        {
                System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                return;
        }
        if (solution.value == 0 )
        {
```

```
				System.out.println(" وهو واحد حل للمعادلة  س =   "+ x1.value);
				return;
			}
			System.out.println(" حلين للمعادلة");
			System.out.println(" الحل الأول:  س1  = "+ x1.value);
			System.out.println(" الحل الثاني:  س2  = "+ x2.value);
		}

		public static void interaction_02()  // اجراء تفاعل_عبر_اللوحة_و_الشاشة ()     النص 5 - ب
		{
			System.out.println("المعاملين تباعا ادخل فضلاً، أ ، ب ، ج");
			double a = keyBoard.nextDouble();
			double b = keyBoard.nextDouble();
			double c = keyBoard.nextDouble();
			int solution;
			MyDouble x1= new MyDouble(), x2 = new MyDouble();
			solution = quadraticEquationResolver_02(a,  b, c, x1, x2);
			if (solution < 0)
			{
				System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
				return;
			}
			if (solution == 0 )
			{
				System.out.println(" وهو واحد حل للمعادلة  س =   "+ x1.value);
				return;
			}
			System.out.println(" حلين للمعادلة");
			System.out.println(" الحل الأول:  س1  = "+ x1.value);
			System.out.println(" الحل الثاني:  س2  = "+ x2.value);
		}

		public static void main(String[] args)   // 6 النص   اجراء اساسي()
		{
			// الحرفين باستعمال تعليق  الى احدهما حول التفاعلين بين من تفاعلا يحرك  ان الأساسي الإجراء من اردت اذا  //
			//interaction_01(); //  تفاعل_عبر_الشل()  النص 5-أ
			 interaction_02(); //  اجراء تفاعل_عبر_اللوحة_و_الشاشة()  النص 5-ب
		}
}
```

تحويل النص 9 - أ

```
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;

public class QuadraticEquationResolverVersion_03_01 {  // النص 3
		public static Scanner keyBoard  = new Scanner(System.in);

		public static void quadraticEquationResolver_02(double a, double b, double c,
									MyInteger solution, MyDouble x1, MyDouble x2)   //    الإجراء
حل_معادلة_د2 النص 3
		{ // البداية

			double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*الف*جيم
			if (delta < 0)   // اذا كان (دلتا > 0)
			{
				solution.value = 0;
				return;
			}
			if (delta == 0)    // اذا كان (دلتا == 0)
```

```
            {
                x1.value = b/(2*a);
                solution.value = 1;
                return;
            }
            x1.value = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
            x2.value = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
            solution.value = 2;

            return;   /* هذه التعليمة غير ضرورية يمكن حذفها كونها تسبق النهاية */
        } // نهاية الإجراء حل_معادلة_د2

public static void readEquationParameter(MyDouble a,MyDouble b,MyDouble c){ // اجراء تحصل (مخارج، الف، باء، جيم ) من النص 7
            System.out.println("المعاملين تباعا ادخل فضلا، أ ، ب ، ج");
            a.value = keyBoard.nextDouble();
            b.value = keyBoard.nextDouble();
            c.value = keyBoard.nextDouble();
        }
        public static void main(String[] args)    // اجراء اساسي() - النص 9  - أ
        {
            /*
              الإجراء هذا في تستعمل التي بالمعطيات التصريح
             */
            MyDouble a = new MyDouble(), b  = new MyDouble(), c  = new MyDouble(),
                     x1 = new MyDouble(), x2 = new MyDouble();
            MyInteger solution = new MyInteger();
            readEquationParameter(a, b, c);
            quadraticEquationResolver_02(a.value,  b.value, c.value,solution, x1, x2);
            if (solution.value == 0)
            {
                System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                return;
            }
            if (solution.value == 1 )
            {
                System.out.println(" للمعادلة حل واحد وهو  س =   "+ x1.value);
                return;
            }
            System.out.println(" حلين للمعادلة");
            System.out.println(" الحل الأول:  س1  = "+ x1.value);
            System.out.println(" الحل الثاني:  س2  = "+ x2.value);
        }
}
```

تحويل النص 9 - ب

```
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;

public class QuadraticEquationResolverVersion_03_02 {  // النص 3
        public static Scanner keyBoard  = new Scanner(System.in);

        public static int quadraticEquationResolver_02(double a, double b, double c,
                                                MyDouble x1, MyDouble x2)   // الوظيفة حل_معادلة_د2  النص 4
        { // البداية
            double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*الف* جيم
            if (delta < 0)   // اذا كان (دلتا > 0)
            {
```

```java
                return 0;
            }
            if (delta == 0)     // اذا كان (دلتا == 0)
            {
                x1.value = b/(2*a);
                return 1;
            }
            x1.value = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
            x2.value = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
            return 2;
        }  // نهاية الوظيفة حل_معادلة_د2

        public static void readEquationParameter(MyDouble a, MyDouble b, MyDouble c){   // اجراء
تحصل (مخارج  الف، باء، جيم ) من النص 7
            System.out.println("المعاملين تباعا ادخل فضلا، أ ، ب ، ج");
            a.value = keyBoard.nextDouble();
            b.value = keyBoard.nextDouble();
            c.value = keyBoard.nextDouble();
        }
        public static void main(String[] args)    // اجراء اساسي()-النص 9  - ب
        {
            /*
              الإجراء هذا في تستعمل التي بالمعطيات التصريح
             */
            MyDouble a = new MyDouble(), b  = new MyDouble(), c  = new MyDouble(),
                     x1 = new MyDouble(), x2 = new MyDouble();
            int solution;
            readEquationParameter(a, b, c);
            solution = quadraticEquationResolver_02(a.value,  b.value, c.value, x1, x2);
            if (solution == 0)
            {
                System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                return;
            }
            if (solution == 1 )
            {
                System.out.println(" للمعادلة حل واحد وهو  س =   "+ x1.value);
                return;
            }
            System.out.println(" حلين للمعادلة");
            System.out.println(" الحل الأول:  س1 = "+ x1.value);
            System.out.println(" الحل الثاني:  س2 = "+ x2.value);
        }
}
```

تحويل النصوص 10 و 11 - أ

```java
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;

public class QuadraticEquationResolverVersion_04_01 {  // النص 3
        public static Scanner keyBoard  = new Scanner(System.in);

        public static void quadraticEquationResolver_02(double a, double b, double c,
                                        MyInteger solution, MyDouble x1, MyDouble x2)   //    الإجراء
حل_معادلة_د2 النص 3
        { // البداية

            double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*الف*جيم
```

```
            if (delta < 0)    // اذا كان (دلتا > 0)
            {
                    solution.value = 0;
                    return;
            }
            if (delta == 0)    // اذا كان (دلتا == 0)
            {
                    x1.value = b/(2*a);
                    solution.value = 1;
                    return;
            }
            x1.value = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
            x2.value = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
            solution.value = 2;

            return;    /* هذه التعليمة غير ضرورية يمكن حذفها كونها تسبق النهاية */
    }  // نهاية الإجراء حل_معادلة_د2

    public static void readEquationParameter(MyDouble a, MyDouble b, MyDouble c){  // اجراء تحصل (مخارج  الف، باء، جيم ) من النص 7
            System.out.println("المعاملين تباعا ادخل فضلا، أ ، ب ، ج");
            a.value = keyBoard.nextDouble();
            b.value = keyBoard.nextDouble();
            c.value = keyBoard.nextDouble();
    }
    public static void showResults(int nbSolutions, double x1, double x2)  //  اخبر (الحل_نوعية، الحل1، الحل2) - النص 10
    {
            if (nbSolutions == 0) {
                    System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                    return;
            }
            if (nbSolutions == 1 ){
                    System.out.println(" للمعادلة حل واحد وهو  س =   "+ x1);
                    return;
            }
            System.out.println(" للمعادلة حلين");
            System.out.println(" الحل الأول:  س1  = "+ x1);
            System.out.println(" الحل الثاني:  س2  = "+ x2);
    }

    public static void main(String[] args)   // اجراء اساسي()-النص 9  - أ
    {
            /*
              الإجراء هذا في تستعمل التي بالمعطيات التصريح
             */
            MyDouble a = new MyDouble(), b  = new MyDouble(), c  = new MyDouble(),
                     x1 = new MyDouble(), x2 = new MyDouble();
            MyInteger solution = new MyInteger();
            readEquationParameter(a, b, c);
            quadraticEquationResolver_02(a.value,  b.value, c.value,solution, x1, x2);
            showResults(solution.value, x1.value, x2.value);
    }
}
```

تحويل النصوص 10 و 11 - ب

```
package part_01_chapter_08;
import java.util.Scanner;
public class QuadraticEquationResolverVersion_04_02 {  // النص 3
```

```java
	public static Scanner keyBoard  = new Scanner(System.in);
	public static int quadraticEquationResolver_02(double a, double b, double c,

	MyDouble x1, MyDouble x2)   // الوظيفة حل_معادلة_د2 النص 4
	{ // البداية
		double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*ألف*جيم
		if (delta < 0)   // اذا كان (دلتا > 0)
		{
			return 0;
		}
		if (delta == 0)   // اذا كان (دلتا == 0)
		{
			x1.value = b/(2*a);
			return 1;
		}
		x1.value = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
		x2.value = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
		return 2;
	} // نهاية الوظيفة حل_معادلة_د2

	public static void readEquationParameter(MyDouble a, MyDouble b, MyDouble c){  // اجراء
تحصل (مخارج  الف، باء، جيم ) من النص 7
		System.out.println("فضلا، ادخل تباعا المعاملين أ ، ب ، ج");
		a.value = keyBoard.nextDouble();
		b.value = keyBoard.nextDouble();
		c.value = keyBoard.nextDouble();
	}
	public static void showResults(int nbSolutions, double x1, double x2)  //  اخبر (نوعية_الحل،
حل1، حل2) - النص 10
	{
		if (nbSolutions == 0)
		{
			System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
			return;
		}
		if (nbSolutions == 1 )
		{
			System.out.println(" للمعادلة حل واحد وهو س =   "+ x1);
			return;
		}
		System.out.println(" للمعادلة حلين");
		System.out.println(" الحل الأول: س1 = "+ x1);
		System.out.println(" الحل الثاني: س2 = "+ x2);

	}
	public static void main(String[] args)   // اجراء اساسي()- النص 9 - ب
	{
		/*
		  الإجراء هذا في تستعمل التي بالمعطيات التصريح
		 */
		MyDouble a = new MyDouble(), b  = new MyDouble(), c  = new MyDouble(),
			x1 = new MyDouble(), x2 = new MyDouble();

		readEquationParameter(a, b, c);
		int nbSolutions = quadraticEquationResolver_02(a.value,  b.value, c.value, x1,
x2);
		showResults(nbSolutions, x1.value, x2.value);
	}
}
```

الفصل العاشر

المتغيرات وانواعها في اللغة الشرمزية

الأنواع (او الأنماط) الأساسية للمعلومات			
اللغة الشرمزية		لغة جافا	
تعليق	اسم النوع (او النمط)	اسم النوع (او النمط)	تعليق
الاعداد الطبيعية	طبيعي	غير موجود	نستعمل النمط صحيح مع قيم موجبة،
الاعداد الصحيحة	صحيح	byte, short, int, long	
الاعداد الحقيقية	حقيقي	double, float	
القيم المنطقية: صحيح وخطأ	منطقي	boolean	القيمتان: true و false
الحروف	حرف	Char	

ملاحظة: النمط طبيعي غير موجود في لغة جافا، فعلينا:

- اما استعمال النمط صحيح مع ضرورة التحكم بطريقة او أخرى في محتوى المتغيرات حتى لا توضع فيها قيم سالبة.
- او انشاء نمط جديد كما سوف نراه في الجزء الثاني، ويكون مهيكلا بالضرورة (فكل نمط جديد في جافا يكون مهيكلا) مبني على النمط **صحيح** كما هو في المثال التالي:

```
package part_01_chapter_10;
public class NaturalNumber {
        private long value;
        private NaturalNumber(){}
        private NaturalNumber(long value){
                this.value = value;
        }
        public static NaturalNumber newNaturalNumber(long value){
                if (value >=0) return new NaturalNumber(value);
                return null;
        }
}
```

ترجمة النص 2

```
package part_01_chapter_10;
public class StudentGroups {
    public static int grouping(int nbStudents)   // النص 2
    {
        /* متغيرات بثلاث التصريح */
        int maxStudentsInGroup = 25, nbGroups, remainder;   //
        /* نتيجة عملية القسمة في توضع المتغيرة  عدد_المجموعات */
        nbGroups = nbStudents / maxStudentsInGroup;
        /* نتيجة عملية بقية القسمة في توضع المتغيرة  البقيا */
        remainder = nbStudents % maxStudentsInGroup;
        /* اذا كان محتوى البقيا يساوي 0، فالنتيجة التي ترجعها  الوظيفة  هي محتوى
        المتغيرة  عدد_المجموعات ، اما اذا كان محتوى البقيا لا يساوي 0، فالنتيجة التي
        ترجعها  الوظيفة  هي  محتوى المتغيرة  عدد_المجموعات + 1
        */
        if (remainder != 0)
        {
                nbGroups++;
        }
        return nbGroups;
    }
    /* اساسي الإجراء */
        public static void main(String[] args) {
         int nbGroups = grouping(134);
         System.out.println("Number of groups is : "+ nbGroups);
        }
}
```

ترجمة النص 4

```
package part_01_chapter_10;
import java.util.Scanner;

import part_01_chapter_08.MyDouble;

public class QuadraticEquationResolver {    //  خوارزم  حل_معادلات_الدرجة_الثانية النص 4
        static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        //  المجال العام للخوارزم  يحتوي  على 3 متغيرات عامة تستعمل في اطار حل المعادلة من الدرجة الثانية
        static double x1, x2;
        static int nbSolutions;

        public static void showResults(int nbSolutions,double x1,double x2) //   اخبر (نوعية_الحل،
حل1، حل2) - النص 10
        {
                if (nbSolutions == 0)
                {
                        System.out.println("ليس للمعادلة حل  ");
                        return;
                }
                if (nbSolutions == 1 )
                {
                        System.out.println(" للمعادلة حل واحد وهو  س =    "+ x1);
                        return;
                }
                System.out.println(" حلين للمعادلة");
                System.out.println(" الحل الأول:  س1  = "+ x1);
                System.out.println(" الحل الثاني:  س2  = "+ x2);
        }
```

```
        public static int quadraticEquationResolver(double a, double b, double c)    // الوظيفة
حل_معادلة_د2  النص 4
        { // البداية
                double delta = b*b - 4*a*c ; // دلتا = باء* باء – 4*الف*جيم
                if (delta < 0)    // اذا كان (دلتا > 0)
                {
                        return 0;
                }
                if (delta == 0)    // اذا كان (دلتا == 0)
                {
                        x1 = b/(2*a);
                        return 1;
                }
                x1 = (b + Math.sqrt(delta))/(2*a);
                x2 = (b - Math.sqrt(delta))/(2*a);
                return 2;
        } // نهاية الوظيفة حل_معادلة_د2

        public static void readEquationParameter(MyDouble a, MyDouble b, MyDouble c){  // اجراء
تحصل (مخارج  الف، باء، جيم ) من النص 7
                System.out.println("ج ، ب ، أ المعاملين تباعا ادخل فضلا،");
                a.value = keyBoard.nextDouble();
                b.value = keyBoard.nextDouble();
                c.value = keyBoard.nextDouble();
        }
        public static void main(String[] args)    // اجراء اساسي()-النص 4
        {
                MyDouble a = new MyDouble(), b  = new MyDouble(), c  = new MyDouble();
                readEquationParameter(a, b, c);
                int nbSolutions = quadraticEquationResolver(a.value,  b.value, c.value);
                showResults(nbSolutions, x1, x2);
        }
}
```

ترجمة النص 5

```
package part_01_chapter_10;
public class VariablePriority {   // اولويات  خوارزم
    public static  int v1 = 200;  // م1 طبيعي = 200؛

    public static void  jim1()   // اجراء ج1
        {
          int v1 = 100;         // م1 طبيعي = 100؛
          System.out.println("x: Message 1: v1 value is:"+v1);// اكتب " اجراء ج1 : رسالة 1: قيمة م1
هي :" + م1 ؛
          v1 = 300 ; // م1 = 300؛
          System.out.println("x: Message 2: v1 value is:"+v1); // اكتب " اجراء ج1: رسالة 2: قيمة م1
هي :" + م1 ؛
        }

    public static void main(String[] args) {  // اجراء اساسي
        System.out.println("main: Message 1: v1 value is:"+v1);// اكتب "اجراء اساسي : رسالة 1: قيمة م1
هي :" + م1 ؛
        v1 = 700; // م1 = 700؛
        jim1();
        System.out.println("main: Message 2: After Call to jim v1 value is:"+v1);//
        }
}// نهاية خوارزم  اولويات
```

الفصل الحادي عشر

الدورة الزمنية للمتغيرات

ترجمة النص 1

```java
package part_01_chapter_11;
import java.util.Scanner;

public class GlobalPrice {    // خوارزم السعر_الاجمالي
                     // إضافة ضرورية لتمكين البرنامج من قراءة القيم من لوحة المفاتيح
    public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static int quantityForWholesalePrice = 200;     // عدد_سعر_الجملة
    public static int quantityForFactoryPrice = 12000;   // عدد_سعر_المصنع
    public static double wholeSaleDiscount = 0.15, factoryDiscount = 0.25;

    public static double price(int quantity, double unitPrice){ // سعر حقيقي (وحدة_س حقيقي كم؛ طبيعي)
            double basePrice, actualPrice;
            basePrice = quantity*unitPrice;
            if (quantity < quantityForWholesalePrice) return basePrice;
            /* في هذ المرحلة تكون الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة */
            if (quantity < quantityForFactoryPrice){
                 actualPrice = basePrice*(1-wholeSaleDiscount);
                 return actualPrice;
            }
            /* في هذ المرحلة تكون الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع */
            actualPrice = basePrice*(1-factoryDiscount);
            return actualPrice;
    }

   public static void main(String[] args) {
        int choice, quantity;
        double unitPrice, globalPrice;
        System.out.println("رقم اي ادخل والا 0، اذا لم ترد ان حساب السعر الإجمالي، هل تريد");
        choice = keyBoard.nextInt();
        if (choice == 0){
             System.out.println("سلامة الف مع للإهتمام، شكرا");
             return;
        }
        System.out.println(" اعطني الكمية ");
        quantity = keyBoard.nextInt();
        System.out.println(" اعطني سعر الوحدة ");
        unitPrice = keyBoard.nextInt();
        /* سعر مداخل في س و ك وضع ، سعر الوظيفة تشغيل طلب */
        /* سك المتغيرة في النتيجة والتقاط                   */
        globalPrice = price (quantity, unitPrice);
        System.out.println(" السعر الإجمالي هو :    " + globalPrice);

        System.out.println("رقم اي ادخل والا 0، اذا لم ترد ان حساب السعر الإجمالي، هل تريد");
        choice = keyBoard.nextInt();
        if (choice == 0){
             System.out.println("سلامة الف مع للإهتمام، شكرا");
             return;
        }
        System.out.println(" اعطني الكمية ");
        quantity = keyBoard.nextInt();
        System.out.println(" اعطني سعر الوحدة ");
        unitPrice = keyBoard.nextInt();
        globalPrice = price (quantity, unitPrice);
        System.out.println(" السعر الإجمالي هو :    " + globalPrice);
        System.out.println(" سلامة الف مع للاهتمام، شكرا ");
   }
}
```

ترجمة النص 4

```
package part_01_chapter_11;
import java.util.Scanner;

public class GlobalPriceWithLoopInMain {    // خوارزم السعر_الاجمالي
// السطر التالي ضروري لتمكين البرنامج من قراءة ما يدخله المستعمل
    public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static  int quantityForWholesalePrice = 200;      // عدد_سعر_الجملة
    public static  int quantityForFactoryPrice = 12000;   //  عدد_سعر_المصنع
        public static  double wholeSaleDiscount = 0.15, factoryDiscount = 0.25;

        public static double price(int quantity,double unitPrice){ //حقيقي سعر (طبيعي كم، حقيقي
س_وحدة)
                double basePrice, actualPrice;
                basePrice = quantity*unitPrice;
                if (quantity < quantityForWholesalePrice) return basePrice;
                /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة */
                if (quantity < quantityForFactoryPrice){
                        actualPrice = basePrice*(1-wholeSalеDiscount);
                        return actualPrice;
                }
                /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع */
                actualPrice = basePrice*(1-factoryDiscount);
                return actualPrice;
        }

// النسخة الثانية للإجراء اساسي الذي بني على تعليمة مادام
        public static void main(String[] args) {
         int choice, quantity;
         double unitPrice, globalPrice;
         System.out.println("رقم اي ادخل والا  0، اخل ترد لم ان الإجمالي، السعر حساب تريد هل" );
         choice = keyBoard.nextInt();
         while (choice != 0){
                System.out.println(" اعطني الكمية " );
                quantity = keyBoard.nextInt();
                System.out.println("  اعطني سعر الوحدة " );
                unitPrice = keyBoard.nextInt();
                /* طلب تشغيل الوظيفة سعر ، وضع  ك و س في مداخل سعر */
                /* سك المتغيرة في النتيجة والتقاط                          */
                globalPrice = price (quantity, unitPrice);
                System.out.println("  السعر الإجمالي هو :    " + globalPrice);

                System.out.println(" رقم اي ادخل والا  0، اخل ترد لم ان الإجمالي، السعر حساب تريد هل" );
                choice = keyBoard.nextInt();
         }
        System.out.println(" سلاءة الف مع للإهتمام، شكرا" );
        }
}
```

الفصل الثاني عشر

العبارات و كيفية تقييمها

ترجمة النص 6

```java
package part_01_chapter_12;
import java.util.Scanner;

public class TheCoder {
        public static Scanner   keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static  int code_m1(int    n){ //   طبيعي   شفر_م1(طبيعي ع)
        int privateKey = 2;
        int codedNumber;
        codedNumber = n*n  + (n+100)%privateKey; //  عدد_مشفر_م1 = ع*ع +  (100 + ع)  % مخ ؛
        return codedNumber;
    }
    public static int code(int n, int aKey){ // طبيعي   شفر (طبيعي ع ، مف)
        int secretKey = 5;//                     طبيعي مس = 5 ؛
        int numberCoded ;
         // عم = مس + شفر_م1(ع)*(مف + شفر_م1(ع+مس))*مف%مس*قوة(ع%4، ع%7) ؛
        numberCoded = secretKey + code_m1(n)*(aKey+
                        code_m1(n+secretKey))*aKey%secretKey*(int)Math.pow(n%4,n%7);
        return numberCoded;
    }
        public static void main(String[] args) {
                while (true){ //     مادام (صحيح)
                        System.out.println("ادخل عددا طبيعيا تريد تشفيره او العدد 0 ان لم ترد:");
                        int aNumber = keyBoard.nextInt();
                        if (aNumber == 0)
                        {
                                break;
                        }
                        System.out.println("ادخل عدد طبيعي يمثل مفتاح التشفير:");
                        int key = keyBoard.nextInt();
                        int coded_number = code(aNumber, key);// عدد_مشفر = شفر(عدد_غير_مشفر، المفتاح) ؛
                        System.out.println("شفرة الرقم " + aNumber + "هي:" + coded_number);
                }

        }
}
```

الفصل الثالث عشر:

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمات الشرطية المنطقية

ترجمة النص 15

```
package part_01_chapter_13;
//    السطر التالي يشير الى ضرورة استعمال مستودع يحتوي على اجراءات مختلف الإجراءات والوظائف التي تمكن من الرسم
//    يجب التحصل على هذا المستودع حتى يتم تنفيذ البرنامج
import procedural java.DrawingLib;

public class SimpleDrawing {
/*
        قيمة        اللون
        0           ابيض
        1           اخضر
        2           اصفر
        3           احمر
        4           ازرق
        5           اسود
*/

    public static void smallDrawing(){  //  اجراء  رسم_صغير ()
            DrawingLib.setColor(1);    //  حدد_اللون(1)
            DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 50, 30);    //  ارسم مستطيل(100، 100، 50، 30)
            DrawingLib.drawRectangle(120, 120, 50, 30);
            DrawingLib.setColor(3);
            DrawingLib.drawRectangle(130, 130, 50, 30);
            DrawingLib.setColor(2);
            DrawingLib.drawRectangle(140, 140, 50, 30);
        }

    public static void main(String[] args) {
      //  التعليمة التالية ضرورية  لإنشاء مساحة للرسم، عرضها هنا 500 على 500 انطلاقا من النقطة 400، 400
      DrawingLib.initDrawingArea("الخوارزميات تفهيم كتاث من الفصل في هذا للرسم برنامج اول هو هذا", 400, 400,  500, 500);
      smallDrawing();
    }
}
```

ترجمة النص 16

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingFourRectangles {  //  مستطيلات_4_رسم خوارزم
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /*  المركزي المستطيل يرسم به الذي اللون معرفة من تمكن قيمة لحفظ بمتغيرة التصريح */
                int col;
            /*  المركزي المستطيل لرسم  يختارالمستعمل الذي اللون لمعرفة المستعمل مع التفاعل تعليمات */
         System.out.println("المركزي المستطيل لون لاختيار طبيعيا رقما ادخل");
         System.out.println(" ادخل الأصفر باللون للرسم 1");
         System.out.println(" رقم اي ادخل الأحمر باللون للرسم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //          اقرا لون ؛
        //  قبل اي عملية تدخل في اطار الرسم، علينا انشاء مساحة الرسم وهنا حجمها 600 على 600 انطلاقا من النقطة 300 ، 300
            DrawingLib.initDrawingArea("مستطيلات اربع رسم  لخوارزم  الأولى النسخة   ", 300, 300, 600, 600);

            /*المركزي المستطيل رسم */
            if (col == 1) {
                DrawingLib.setColor(2);
                DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 20, 10);
            }
            else {
                DrawingLib.setColor(3);
```

```
                DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 20, 10);
            }
            /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
            if (col == 1) {
                DrawingLib.setColor(3);
                DrawingLib.drawRectangle(90, 90, 40, 30);
                DrawingLib.drawRectangle(80, 80, 60, 50);
                DrawingLib.drawRectangle(70, 70, 80, 70);
            }
            else {
                DrawingLib.setColor(2);
                DrawingLib.drawRectangle(90, 90, 40, 30);
                DrawingLib.drawRectangle(80, 80, 60, 50);
                DrawingLib.drawRectangle(70, 70, 80, 70);
            }
        }
}  // نهاية خوارزم رسم_4_مستطيلات
```

ترجمة النص 17

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingFourRectanglesV2 {  // خوارزم رسم_4_مستطيلات
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* التصريح بمتغيرة لحفظ قيمة تمكن من معرفة اللون الذي يرسم به المستطيل المركزي */
                int col;
            /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختارهالمستعمل لرسم المستطيل المركزي */
            System.out.println("ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي");
            System.out.println(" ادخل الأصفر باللون للرسم 1");
            System.out.println(" ادخل اي رقم الأحمر باللون للرسم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //         اقرأ لون ؛

            DrawingLib.initDrawingArea("النسخة الثانية  لخوارزم رسم المستطيلات الأربعة ", 300, 300, 600,600);

            /*تحديد لون المستطيل المركزي */
            if (col == 1) {
                DrawingLib.setColor(2);
            }
            else {
                DrawingLib.setColor(3);
            }
            /*رسم المستطيل المركزي */
            DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 20, 10);

                /* تحديد لون المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
            if (col == 1) {
                DrawingLib.setColor(3);
            }
            else {
                DrawingLib.setColor(2);
            }
                /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيل  المركزي */
            DrawingLib.drawRectangle(90, 90, 40, 30);
            DrawingLib.drawRectangle(80, 80, 60, 50);
            DrawingLib.drawRectangle(70, 70, 80, 70);
        }
}  // نهاية خوارزم رسم_4_مستطيلات
```

ترجمة النص 18

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingFourRectanglesV2_1 {  // مستطيلات_4_رسم خوارزم
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* المركزي المستطيل يرسم به الذي اللون معرفة من تمكن قيمة لحفظ بمتغيرة التصريح */
                int col;
            /* المركزي المستطيل لرسم  يختارهالمستعمل الذي اللون لمعرفة المستعمل مع التفاعل تعليمات */
         System.out.println("المركزي المستطيل لون لاختيار طبيعيا رقما ادخل");
         System.out.println(" 1 ادخل الأصفر باللون للرسم");
         System.out.println(" اي رقم ادخل الأحمر باللون للرسم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //          لون اقرأ ؛
     DrawingLib.initDrawingArea("مركزي مستطيل من اكثر رسم :الأربعة المستطيلات رسم لخوارزم 1-الثانية النسخة", 300,
300, 600,600);

            /*المركزي المستطيلات لون تحديد */
            if (col == 1) {
                DrawingLib.setColor(2);
            }
            else {
                DrawingLib.setColor(3);
            }
            /*المركزي المستطيلات رسم */
        DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 20, 10);
        DrawingLib.drawRectangle(90, 90, 40, 30);
        DrawingLib.drawRectangle(80, 80, 60, 50);


        /* المركزية بالمستطيلات المحيطة المستطيلات لون تحديد */
            if (col == 1) {
                DrawingLib.setColor(3);
            }
            else {
                DrawingLib.setColor(2);
            }
        /* المركزية بالمستطيلات المحيطة المستطيلات رسم */
            DrawingLib.drawRectangle(70, 70, 80, 70);
        DrawingLib.drawRectangle(60, 60, 100, 90);
        DrawingLib.drawRectangle(50, 50, 120, 110);
        }
}  // مستطيلات_4_رسم خوارزم نهاية
```

ترجمة النص 19

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingRectangles {  //  خوارزم_رسم_مستطيلات_متداخلة_ن3
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* المستعمل يدخله الذي اللون رقم لإلتقاط بمتغيرة التصريح */
                int col;
            /* المحيطة المستطيلات لون و المركزية المستطيلات لون لمعرفة بمتغيرتين التصريح */
                int internalColor, externalColor;
            /* المركزي المستطيل لرسم  يختارهالمستعمل الذي اللون لمعرفة المستعمل مع التفاعل تعليمات */
         System.out.println("المركزي المستطيل لون لاختيار طبيعيا رقما ادخل");
         System.out.println(" 1 ادخل الأصفر باللون للرسم");
```

```
        System.out.println(" رقم اي ادخل الأحمر باللون للرسم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //    لون اقرأ ؛

        DrawingLib.initDrawingArea("النسخة الثانية-1: خوارزم لرسم المستطيلات الأربعة: رسم اكثر من مستطيل مركزي", 300, 300, 600, 600);

            /* تحديد لون المستطيلات المركزي */
            if (col == 1) {
                internalColor = 2;
                externalColor= 3;
            }
            else {
                internalColor = 3;
                externalColor= 2;
            }
            /* رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 20, 10);
        DrawingLib.drawRectangle(90, 90, 40, 30);
        DrawingLib.drawRectangle(80, 80, 60, 50);

        /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(70, 70, 80, 70);
        DrawingLib.drawRectangle(60, 60, 100, 90);
        DrawingLib.drawRectangle(50, 50, 120, 110);
        }
} //    نهاية خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن3
```

ترجمة النص 21

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectanglesV4Rev1 { //   ت1خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* التصريح بمتغيرة لإلتقاط رقم اللون الذي يدخله المستعمل */
                int col;
            /* التصريح بمتغيرتين لمعرفة لون المستطيلات المركزية و لون المستطيلات المحيطة */
                int internalColor, externalColor;

                int startX = 200, startY = 200; //    نع = 200، نس = 200، طبيعي
            /* المستطيل المركزي لرسم يختارهالمستعمل الذي اللون لمعرفة المستعمل مع التفاعل تعليمات */
        System.out.println("ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي");
        System.out.println(" ادخل الأصفر باللون للرسم 1");
        System.out.println(" رقم اي ادخل الأحمر باللون للرسم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //    لون اقرأ ؛

            DrawingLib.initDrawingArea("النسخة الرابعة لخوارزم رسم المستطيلات: نقطة انطلاق الرسم ممثلة بالمتغيرتين نس و نع", 300, 300, 600, 600);

            /* تحديد لون المستطيلات المركزي */
            if (col == 1) {
                internalColor = 2;
                externalColor= 3;
            }
            else {
                internalColor = 3;
                externalColor= 2;
            }
            /* رسم المستطيلات المركزية */
```

```java
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startY, startY, 20, 10);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-10, startY-10, 40, 30);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-20, startY-20, 60, 50);

        /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startY-30, startY-30, 80, 70);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-40, startY-40, 100, 90);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-50, startY-50, 120, 110);
        }
}
```

ترجمة النص 22

```java
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingRectanglesV4Rev2 { // خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4ت2
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* التصريح بمتغيرة لإلتقاط رقم اللون الذي يدخله المستعمل */
                int col;
            /* التصريح بمتغيرتين لمعرفة لون المستطيلات المركزية و لون المستطيلات المحيطة */
                int internalColor, externalColor;

                int startX, startY;    // طبيعي نس ، نع،
              /* تعليمات التفاعل مع المستعمل، تعريف نقطة انطلاق الرسم، اي قيم نس و نع */
                System.out.println("عرف احداثيات نقطة انطلاق الرسم ");
                System.out.println("ادخل نس ");
                startX = keyBoard.nextInt(); //      اقرا نس
                System.out.println("ادخل نع ");
                startY = keyBoard.nextInt(); //      اقرا نع

                /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختارهالمستعمل لرسم المستطيل المركزي */
         System.out.println("ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي");
         System.out.println(" للرسم باللون الأصفر ادخل 1");
         System.out.println(" للرسم باللون الأحمر ادخل اي رقم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //      اقرا لون ؛

            DrawingLib.initDrawingArea("النسخة الرابعة لخوارزم رسم المستطيلات: نقطة انطلاق الرسم ممثلة بالمتغيرتين نس و نع", 300, 300, 600,600);

            /*تحديد لون المستطيلات المركزي */
            if (col == 1) {
                internalColor = 2;
                externalColor= 3;
            }
            else {
                internalColor = 3;
                externalColor= 2;
            }
            /*رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startY, startY, 20, 10);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-10, startY-10, 40, 30);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-20, startY-20, 60, 50);

        /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startY-30, startY-30, 80, 70);
```

```
        DrawingLib.drawRectangle(startY-40, startY-40, 100, 90);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-50, startY-50, 120, 110);
        }
}
```

ترجمة النص 24

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectanglesV5Rev1 { //   خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن4ت2
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* التصريح بمتغيرة لإلتقاط رقم  اللون الذي يدخله المستعمل */
                int col;
            /* التصريح بمتغيرتين لمعرفة لون المستطيلات المركزية و لون المستطيلات المحيطة */
                int internalColor, externalColor;
                /* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
                int   startX = 200, startY = 200;
                /* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
                int width = 25, height = 15, interRect = 5; //      طبيعي عرض = 25، علو = 15، مسافة
= 5،
                /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختارهالمستعمل  لرسم المستطيل المركزي */
         System.out.println("ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي");
         System.out.println(" للرسم باللون الأزرق ادخل 1");
         System.out.println(" للرسم باللون الأحمر ادخل اي رقم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //        أقرا لون ؛

            DrawingLib.initDrawingArea("النسخة الرابعة لخوارزم رسم المستطيلات: نقطة انطلاق الرسم ممثلة بالمتغيرتين نس
و نع", 300, 300, 600,600);

            /*تحديد لون المستطيلات المركزي */
            if (col == 1) {
                internalColor = 4; //  4 يمثل اللون الأزرق
                externalColor= 3;
            }
            else {
                internalColor = 3;
                externalColor= 4;  // اللون الأزرق
            }
            /*رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startY, startY, width, height);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect, startY-interRect, width+interRect*2,
height+interRect*2);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*2, startY-interRect*2, width+interRect*4,
height+interRect*4);

        /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيلات  المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*3, startY-interRect*3, width+interRect*6,
height+interRect*6);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*4, startY-interRect*4, width+interRect*8,
height+interRect*8);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*5, startY-interRect*5, width+interRect*10,
height+interRect*10);
        }
}
```

ترجمة النص 25

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingRectanglesV5Rev2 { //  2ت5ن_متداخلة_مستطيلات_رسم خوارزم
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
            /* التصريح بمتغيرة لإلتقاط رقم  اللون الذي يدخله المستعمل */
                int col;
            /* التصريح بمتغيرتين لمعرفة لون المستطيلات المركزية و لون المستطيلات المحيطة */
                int internalColor, externalColor;
                /* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
                int   startX, startY;
                /* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
                int width, height, interRect; //      طبيعي عرض = 25، علو = 15، مسافة = 5،

                /* التفاعل مع المستعمل: لقبض قيم: نقطة انطلاق الرسم، العرض والارتفاع والمسافة   */
                 System.out.println("فضلا ادخل القيم المتعلقة ب:  احداثيات نقطة انطلاق الرسم، عرض وارتفاع المستطيل 
المسافة الأول،");

                 System.out.println("ادخل س:  ");
                 startX = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل ع:  ");
                 startY = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل عرض المستطيل الأول ");
                 width = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل علو المستطيل الأول ");
                 height = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل المسافة بين مستطيلين متتاليين ");
                 interRect = keyBoard.nextInt();

                /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختارهالمستعمل لرسم  المستطيل المركزي */
        System.out.println("ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي");
        System.out.println(" للرسم باللون الأزرق ادخل 1");
        System.out.println(" للرسم باللون الأحمر ادخل اي رقم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //          اقرأ لون ؛

            DrawingLib.initDrawingArea("النسخة الرابعة لخوارزم رسم المستطيلات: نقطة انطلاق الرسم ممثلة بالمتغيرتين س
و ع", 300, 300, 600,600);

            /*تحديد لون المستطيلات المركزي */
            if (col == 1) {
                internalColor = 4;  //  4 يمثل اللون الأزرق
                externalColor= 3;
            }
            else {
                internalColor = 3;
                externalColor= 4;   // اللون الأزرق
            }
            /*رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startY, startY, width, height);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect, startY-interRect, width+interRect*2,
height+interRect*2);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*2, startY-interRect*2, width+interRect*4,
height+interRect*4);

        /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيلات  المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*3, startY-interRect*3, width+interRect*6,
height+interRect*6);
```

```
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*4, startY-interRect*4, width+interRect*8,
height+interRect*8);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*5, startY-interRect*5, width+interRect*10,
height+interRect*10);
        }
}
```

ترجمة النص 26

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectanglesV6 { // ت5_متداخلة_مستطيلات_رسم خوارزم2
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static void drawRectangles(int startX, int startY, int width, int height,int
interRect, int internalColor, int externalColor){ // مستطيلات_رسم اجراء(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة،
محيط_لون مركز، لون )
            /*رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startY, startY, width, height);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect, startY-interRect, width+interRect*2,
height+interRect*2);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*2, startY-interRect*2, width+interRect*4,
height+interRect*4);

        /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*3, startY-interRect*3, width+interRect*6,
height+interRect*6);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*4, startY-interRect*4, width+interRect*8,
height+interRect*8);
        DrawingLib.drawRectangle(startY-interRect*5, startY-interRect*5, width+interRect*10,
height+interRect*10);
        }
        public static void main(String[] args) {
            /* التصريح بمتغيرة لإلتقاط رقم اللون الذي يدخله المستعمل */
                int col;
            /* التصريح بمتغيرتين لمعرفة لون المستطيلات المركزية و لون المستطيلات المحيطة */
                int internalColor, externalColor;
                /* التصريح بمتغيرتين لحفظ احداثيات المستطيل المركزي */
                int    startX, startY;
                /* التصريح بمتغيرات لحفظ طول و علو المستطيل المركزي والمسافة بين مستطيلين متتاليين */
                int width, height, interRect; //      طبيعي عرض = 25، علو = 15، مسافة = 5،

                /* التفاعل مع المستعمل: قيم لقبض: انطلاق نقطة الرسم، العرض والارتفاع والمسافة  */
                 System.out.println("المستطيل وارتفاع عرض الرسم، انطلاق نقطة احداثيات :ب المتعلقة القيم ادخل فضلا
المسافة الأول،");

                 System.out.println("ادخل س: ");
                 startX = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل ع: ");
                 startY = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل عرض المستطيل الأول ");
                 width = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل علو المستطيل الأول ");
                 height = keyBoard.nextInt();
                 System.out.println("ادخل المسافة بين مستطيلين متتاليين ");
                 interRect = keyBoard.nextInt();
```

```java
                /* تعليمات التفاعل مع المستعمل لمعرفة اللون الذي يختارهالمستعمل لرسم المستطيل المركزي */
        System.out.println("ادخل رقما طبيعيا لاختيار لون المستطيل المركزي");
        System.out.println(" ادخل 1 الأزرق باللون للرسم ");
        System.out.println(" ادخل اي رقم الأحمر باللون للرسم ");
            col = keyBoard.nextInt(); //          لون اقرأ ؛

            DrawingLib.initDrawingArea("الرابعة النسخة لخوارزم رسم المستطيلات: نقطة انطلاق الرسم ممثلة بالمتغيرتين س و نع", 300, 300, 600,600);

            /*تحديد لون المستطيلات المركزي */
            if (col == 1) {
                internalColor = 4;  //  4 يمثل اللون الأزرق
                externalColor= 3;
            }
            else {
                internalColor = 3;
                externalColor= 4;   // اللون الأزرق
            }
            /*رسم المستطيلات بطلب تشغيل الإجراء رسم_6_مستطيلات */
            //      رسم_مستطيلات(س، نع، عرض، علو، مسافة، لون المركز_لون المحيط )
            drawRectangles(startX, startY, width, height, interRect, internalColor, externalColor);
        }
}
```

ترجمة النص 27

```java
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingManyBlockOfRectangles { //  خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_5ت2
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void drawRectangles(int startX, int startY, int width, int height,int
interRect, int internalColor, int externalColor){ //  اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة، لون_مركز، لون محيط )
                /*رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startX, startY, width, height);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect, startY-interRect, width+interRect*2,
height+interRect*2);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*2, startY-interRect*2, width+interRect*4,
height+interRect*4);

        /* رسم  المستطيلات المحيطة بالمستطيلات  المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*3, startY-interRect*3, width+interRect*6,
height+interRect*6);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*4, startY-interRect*4, width+interRect*8,
height+interRect*8);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*5, startY-interRect*5, width+interRect*10,
height+interRect*10);
        }
        public static void drawings(){ //  اجراء  رسوم ()

                drawRectangles(60,30,70,50,5,5,4);
                drawRectangles(170,30,70,50,5,1,4);
                drawRectangles(200,200,110,90,5,2,3);
                drawRectangles(350,200,70,50,5,4,1);
        }
        public static void main(String[] args) {
            DrawingLib.initDrawingArea("المستطيلات على مبنية اشكال رسم", 300, 300, 600,600);
        drawings();
```

```
        }
}
```

ترجمة النص 28

```
package part_01_chapter_13;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingManyBlockOfRectanglesV2 { // مزارزخوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_ن6
        public static final int WHITE = 0, GREEN=1, YELLOW = 2, RED = 3, BLUE = 4, BLACK = 5;
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void drawRectangles(int startX, int startY, int width, int height,int
interRect, int internalColor, int externalColor){ // اجراء رسم_مستطيلات(طبيعي س، ع، عرض، ارتفاع، مسافة،
محيط_لون مركز، لون_ )
                    /*رسم المستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(internalColor);
        DrawingLib.drawRectangle(startX, startY, width, height);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect, startY-interRect, width+interRect*2,
height+interRect*2);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*2, startY-interRect*2, width+interRect*4,
height+interRect*4);

        /* رسم المستطيلات المحيطة بالمستطيلات المركزية */
            DrawingLib.setColor(externalColor);
            DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*3, startY-interRect*3, width+interRect*6,
height+interRect*6);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*4, startY-interRect*4, width+interRect*8,
height+interRect*8);
        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*5, startY-interRect*5, width+interRect*10,
height+interRect*10);
        }
        public static void drawings(){  // اجراء رسوم ()

                drawRectangles(60,30,70,50,5,GREEN,BLUE);
                drawRectangles(170,30,70,50,5,GREEN,BLUE);
                drawRectangles(200,200,110,90,5,YELLOW,RED);
                drawRectangles(350,200,70,50,5,BLUE,GREEN);
        }
        public static void main(String[] args) {
            DrawingLib.initDrawingArea("المستطيلات على مبنية اشكال رسم", 300, 300, 600,600);
        drawings();
        }
}
```

الفصل الرابع عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمات الشرطية المنطقية

ترجمة النص 12 من الفصل 14 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;

public class Mention {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
    public static String mention(double grade){
        String theMention = null;
        if (grade >= 18)
                theMention = "ممتاز";
        else if (grade >= 16)
                    theMention = "جيد جدا";
              else if (grade >= 14)
                        theMention = "جيد";
                    else if (grade >= 10)
                          theMention = "متوسط";
                          else if (grade >= 9)
                                theMention = "دون المتوسط";
                                else theMention = "تعقيب ولا تعليق لا ";
        return theMention;
    }
        public static void main(String[] args) {
                double theGrade;
                String aMention;
                System.out.println("ادخل فضلا المعدل : ");
                theGrade = keyBoard.nextDouble();
                aMention = mention(theGrade);
                System.out.println("هي معدلك ملاحظة : " + aMention);
        }

}
```

ترجمة النص 13 و النص 14 من الفصل 14 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;

public class MentionV2 {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
    public static String mention(double grade){
        if (grade >= 18) return "ممتاز";
        if (grade >= 16) return  "جيد جدا";
        if (grade >= 14) return  "جيد";
        if (grade >= 10) return  "متوسط";
        if (grade >= 9)  return  "دون المتوسط";
        return  "تعقيب ولا تعليق لا ";
    }
        public static void main(String[] args) {
                double theGrade;
                String aMention;
                System.out.println("ادخل فضلا المعدل : ");
                theGrade = keyBoard.nextDouble();
                aMention = mention(theGrade);
                System.out.println("هي معدلك ملاحظة : " + aMention);
        }
}
```

ترجمة النص 15 من الفصل 14 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;

public class ArticlelPrice {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
    public static double globalPrice(int quantity, double unitPrice){
        double basePrice, finalPrice;      //      ؛ عدي_القا السعر النهائي،_السعر حقيقي
        basePrice = quantity*unitPrice; //       ؛ وحدة_سعر * الكمية = القاعدي_السعر
        if (quantity >= 1000)
              finalPrice = basePrice*0.6;
        else if (quantity >= 500)
                finalPrice = basePrice*0.7;
            else if (quantity >= 250)
                    finalPrice = basePrice*0.8;
                else if (quantity >= 100)
                        finalPrice = basePrice*0.85;
                    else if (quantity >= 50)
                            finalPrice = basePrice*0.9;
                        else if (quantity >= 10)
                                finalPrice = basePrice*0.95;
                            else finalPrice = basePrice;

        return finalPrice;
    }
        public static void main(String[] args) {
                double finalPrice;
                int quantity;
                System.out.println("فضلا ادخل سعر الوحدة : ");
                double unitPrice = keyBoard.nextDouble();
                System.out.println("فضلا ادخل الكمية : ");
                quantity = keyBoard.nextInt();
                finalPrice = globalPrice(quantity, unitPrice);
                System.out.println("السعر الإجمالي هو : " + finalPrice);
        }

}
```

ترجمة النص 16 من الفصل 14 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;
public class ArticlelPriceV2 {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        //  (وحدة_سعر حقيقي الكمية، طبيعي) اجمالي_سعر حقيقي
    public static double globalPrice(int quantity, double unitPrice){
        double basePrice = quantity*unitPrice;
        if (quantity >= 1000) return basePrice*0.6;
        if (quantity >= 500)  return basePrice*0.7;
        if (quantity >= 250)  return basePrice*0.8;
        if (quantity >= 100)  return basePrice*0.85;
        if (quantity >= 50)   return basePrice*0.9;
        if (quantity >= 10)   return basePrice*0.95;
        return  basePrice;
    }
    public static void main(String[] args) {
                double finalPrice;
                int quantity;
                System.out.println("فضلا ادخل سعر الوحدة : ");
                double unitPrice = keyBoard.nextDouble();
```

```java
                System.out.println("الكمية ادخل فضلا : ");
                quantity = keyBoard.nextInt();
                finalPrice = globalPrice(quantity, unitPrice);
                System.out.println("السعر الإجمالي هو : " + finalPrice);
        }
}
```

ترجمة النص 17 من الفصل 14 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;

public class NamesOfNumbers {
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static void main(String[] args) {    // خوارزم اسماء_الأرقام
            int aNumber;
         System.out.println("اهلا بكم ، هذا خوارزم يقوم بكتابة اسماء الارقام من 0 الى 10");
         System.out.println("ادخل رقما من 0 الى 10 ");
         aNumber = keyBoard.nextInt();
         if (aNumber == 1)    System.out.println("واحد");
         else if (aNumber == 2)    System.out.println("اثنان");
              else if (aNumber == 3)    System.out.println("ثلاثة");
                   else if (aNumber == 4)    System.out.println("اربعة");
                        else if (aNumber == 5)    System.out.println("خمسة");
                             else if (aNumber == 6)    System.out.println("ستة");
                                  else if (aNumber == 7)    System.out.println("سبعة");
                                       else if (aNumber == 8)    System.out.println("ثمانية");
                                            else if (aNumber == 9)    System.out.println("تسعة");
                                                 else if (aNumber == 0)
System.out.println("صفر");
                                                      else if (aNumber == 10)
System.out.println("عشرة");
                                                           else    System.out.println("خطأ،ادخل رقما
من 0 الى 10 ");
        }

}
```

ترجمة النص 18 من الفصل 14 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;

public class NamesOfNumbersV2 {
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static String numberToName(int aNumber) {
            if (aNumber == 1)  return "واحد";
         if (aNumber == 2)  return "اثنان";
         if (aNumber == 3)  return "ثلاثة";
         if (aNumber == 4)  return "اربعة";
         if (aNumber == 5)  return "خمسة";
         if (aNumber == 6)  return "ستة";
         if (aNumber == 7)  return "سبعة";
         if (aNumber == 8)  return "ثمانية";
         if (aNumber == 9)  return "تسعة";
         if (aNumber == 0)  return "صفر";
         if (aNumber == 10) return "عشرة";
         return "خطأ،ادخل رقما من 0 الى 10 ";
        }
```

```
        public static void main(String[] args) {
                int aNumber;
         System.out.println("اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم بكتابة اسماء الارقام من 0 الى 10");
         System.out.println("ادخل رقما من 0 الى 10 ");
         aNumber = keyBoard.nextInt();
         System.out.println(numberToName(aNumber));
        }
}
```

ترجمة النص 19 من الفصل 14 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectangle { //    مختار_بلون_مستطيل_رسم خوارزم
/*
 * Colors code    used with procedure setColorByCode  ... (اللون حدد اجراء)
        اللون       القيمة
ابيض 6754249
اصفر 9841121
اخضر 9874443
احمر 1435678
ازرق 5432198
بني 6765432
بنفسجي 7543245
برتقالي 3333454
 */
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static void main(String[] args) {
                int aColor;
                boolean colorExists = true;
                System.out.println("اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم برسم مستطيل في ممثلا متواضع،");
                System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100  ");
                System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب");
                System.out.println("1 :  اللون الأبيض  ");
                System.out.println("2 :  اللون الأصفر ");
                System.out.println("3 :  اللون الأخضر  ");
                System.out.println("4 :  اللون الأحمر ");
                System.out.println("5 :  اللون الأزرق  ");
                System.out.println("6 :  اللون البني  ");
                System.out.println("7 :  اللون البنفسجي  ");
                System.out.println("8 :  اللون البرتقالي  ");
                System.out.println("ما هو خيارك  :  ");
                aColor = keyBoard.nextInt();
                DrawingLib.initDrawingArea("المستطيل العجيب ...", 100,100,700, 800);
                if (aColor == 1) DrawingLib.setColorByCode(6754249);
                else if (aColor == 2) DrawingLib.setColorByCode(9841121);
                     else if (aColor == 3) DrawingLib.setColorByCode(9874443);
                          else if (aColor == 3) DrawingLib.setColorByCode(9874443);
                               else if (aColor == 4) DrawingLib.setColorByCode(1435678);
                                    else if (aColor == 5) DrawingLib.setColorByCode(5432198);
                                          else if (aColor == 6)
DrawingLib.setColorByCode(6765432);
                                               else if (aColor == 7)
DrawingLib.setColorByCode(7543245);
                                                    else if (aColor == 8)
DrawingLib.setColorByCode(3333454);
                                                          else   colorExists = false;
```

```
            if (colorExists)
                DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 300, 200);
            else System.out.println(" متوفر غير اللون لون اللون، اخيارك في خطأ");

            System.out.println("اللقاء الى لكم، شكرا");
        }

}
```

ترجمة النص 20 من الفصل 14 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectangleV2 { //   خوارزم رسم_مستطيل_بلون_مختار_2
/*
 * Colors code    used with procedure setColorByCode  ... (اللون حدد اجراء)
        اللون      القيمة
ابيض 6754249
اصفر 9841121
اخضر 9874443
احمر 1435678
ازرق 5432198
بني 6765432
بنفسجي 7543245
برتقالي 3333454
 */
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static int showMenuAndGetChoice(){ //  عرض_الخبارات()
                int aColor;
                boolean colorExists = true;
                System.out.println("مستطيل في ممثلا متواضع، برسم يقوم خوارزم  هذا ، بكم اهلا");
                System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100  ");
                System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب");
                System.out.println("1 :  اللون الأبيض  ");
                System.out.println("2 :  اللون الأصفر ");
                System.out.println("3 :  اللون الأخضر  ");
                System.out.println("4 :  اللون الأحمر ");
                System.out.println("5 :  اللون الأزرق  ");
                System.out.println("6 :  اللون البني  ");
                System.out.println("7 :  اللون البنفسجي  ");
                System.out.println("8 :  اللون البرتقالي  ");
                System.out.println("ما هو خيارك  : ");
                aColor = keyBoard.nextInt();
                return aColor;
        }
        public static int findThenSetTheColor(int choice){
                int aColor;
                if (choice == 1) aColor = 6754249;
                else if (choice == 2) aColor = 9841121;
                     else if (choice == 3) aColor = 9874443;
                          else if (choice == 3) aColor = 9874443;
                               else if (choice == 4) aColor = 1435678;
                                    else if (choice == 5) aColor = 5432198;
                                         else if (choice == 6) aColor = 6765432;
                                              else if (choice == 7) aColor = 7543245;
                                                   else if (choice == 8) aColor = 3333454;
```

```
                                        else    aColor = 0;
        return aColor;


    }
    public static void main(String[] args) {
        int choice = showMenuAndGetChoice();
        int colorCode = findThenSetTheColor(choice);
        if (colorCode == 0)
            System.out.println(" خطأ في اخيارك ،اللون اللون غير متوفر");
      else {
            DrawingLib.initDrawingArea("العجيب المستطيل ...", 100,100,700, 800);
       DrawingLib.setColorByCode(colorCode);
            DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 300, 200);
      }

      System.out.println("اللقاء الى لكم، شكرا");
    }
}
```

ترجمة النص 21 من الفصل 14 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_14;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingRectangleV3 { //    مختار_بلون_مستطيل_رسم خوارزم
    public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
    public static int showMenuAndGetChoice(){ //  عرض_الخيارات()
        int aColor;
        boolean colorExists = true;
        System.out.println("مستطيل في ممثلا متواضع، برسم يقوم خوارزم هذا ، بكم اهلا");
        System.out.println("العجيب مستطيلا في الإحداثية 100، 100 ترى سوف جيد خيار عن لنا افصحت اذا  ");
        System.out.println("العجيب المستطيل ترى لن سوف خطأ خيار عن لنا افصحت اذا");
        System.out.println("1 :  الأبيض اللون  ");
        System.out.println("2 :  الأصفر اللون ");
        System.out.println("3 :  الأخضر اللون  ");
        System.out.println("4 :  الأحمر اللون ");
        System.out.println("5 :  الأزرق اللون  ");
        System.out.println("6 :  البني اللون  ");
        System.out.println("7 :  البنفسجي اللون  ");
        System.out.println("8 :  البرتقالي اللون  ");
        System.out.println("ما هو خيارك  :  ");
        aColor = keyBoard.nextInt();
        return aColor;
    }
    public static int findThenSetTheColor(int choice){
        if (choice == 1) return 6754249;
        if (choice == 2) return 9841121;
        if (choice == 3) return 9874443;
        if (choice == 3) return 9874443;
        if (choice == 4) return 1435678;
        if (choice == 5) return 5432198;
        if (choice == 6) return 6765432;
        if (choice == 7) return 7543245;
        if (choice == 8) return 3333454;
        return 0;
    }

    public static void main(String[] args) {
        int choice = showMenuAndGetChoice();
        int colorCode = findThenSetTheColor(choice);
```

```
            if (colorCode == 0)
                System.out.println(" خطأ في اخيارك، اللون غير متوفر");
        else {
                DrawingLib.initDrawingArea("العجيب المستطيل ...", 100, 100, 700, 800);
         DrawingLib.setColorByCode(colorCode);
                DrawingLib.drawRectangle(100, 100, 300, 200);
        }

        System.out.println("اللقاء الى لكم، شكرا");
    }
}
```

الفصل الخامس عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمة الشرطية الرقمية

ترجمة النص 2 من الفصل 15 من الجزؤ الأول

```java
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;
public class NubersNames {
	public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

	public static void main(String[] args) {
	    int aNumber;
	 System.out.println("اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم بكتابة اسماء الارقام من 0 الى 10");
	 System.out.println("ادخل رقم من 0 الى 10 ");
	 aNumber  = keyBoard.nextInt();
	 switch (aNumber){
		case 1:  System.out.println("واحد");
			      break;
		case 2:   System.out.println("اثنان");
			      break;
		case 3:   System.out.println("ثلاثة");
			      break;
		case 4:   System.out.println("اربعة");
			      break;
		case 5:   System.out.println("خمسة");
			      break;
		case 6:   System.out.println("ستة");
			      break;
		case 7:   System.out.println("سبعة");
			      break;
		case 8:   System.out.println("ثمانية");
			      break;
		case 9:   System.out.println("تسعة");
			      break;
		case 0:   System.out.println(" صفر");
			      break;
		case 10:   System.out.println("عشرة");
			      break;
		default:  System.out.println("خطأ،ادخل رقم من 0 الى 10 ");
	   } //  /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
	}

}
```

ترجمة النص 3 من الفصل 15 من الجزؤ الأول

```java
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectangleV4 { //    مختار_بلون_مستطيل_رسم خوارزم
	public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
	public static int  showMenuAndGetChoice (){  //   عرض_الخبارات()
		int  choice;
		System.out.println("اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم برسم مستطيل في ممثلا متواضع،");
		System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100  ");
		System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب");
		System.out.println("1 :  اللون الأبيض  ");
		System.out.println("2 :  اللون الأصفر ");
		System.out.println("3 :  اللون الأخضر  ");
		System.out.println("4 :  اللون الأحمر ");
		System.out.println("5 :  اللون الأزرق  ");
		System.out.println("6 :  اللون البني  ");
		System.out.println("7 :  اللون البنفسجي  ");
		System.out.println("8 :  اللون البرتقالي  ");
```

```
            System.out.println("ما هو خيارك  :  ");
            choice = keyBoard.nextInt();
      /* التحقق من الاختيار: أسليم هو ام به عيب */
            if (choice < 1  || choice > 8) return 0;
            return choice;
        }
        public static int findTheColor(int choice){
            switch (choice){
            case  1: return 6754249;
            case  2: return 9841121;
            case  3: return 9874443;
            case  4: return 1435678;
            case  5: return 5432198;
            case  6: return 6765432;
            case  7: return 7543245;
            case  8: return 3333454;
            default: return 0;
            }
        }

        public static void main(String[] args) {
            int choice = showMenuAndGetChoice();
            int colorCode = findTheColor(choice);
            if (colorCode == 0)
               System.out.println(" خطأ في خيارك ،اللون اللون غير متوفر");
        else {
               DrawingLib.initDrawingArea("المستطيل العجيب ...",  100,100,700,  800);
         DrawingLib.setColorByCode(colorCode);
               DrawingLib.drawRectangle(100,  100,  300,  200);
        }

        System.out.println("شكرا ،لكم الى اللقاء");
    }
}
```

ترجمة النص 4 من الفصل 15 من الجزؤ الأول

```
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;

public class DrawingRectangleV5 { //    مختار_بلون_مستطيل_رسم خوارزم

        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static final int WHITE = 6754249;
        public static final int YELLOW = 9841121;
        public static final int GREEN = 9874443;
        public static final int RED = 1435678;
        public static final int BLUE = 5432198;
        public static final int BROWN = 6765432;
        public static final int PURPLE = 7543245;
        public static final int ORANGE = 3333454;

        public static int showMenuAndGetChoice(){ //   عرض_الخيارات()
            int choice;
            System.out.println("اهلا بكم ، هذا  خوارزم يقوم برسم متواضع،ممثلا في مستطيل");
            System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار جيد سوف ترى مستطيلا عجيبا في الإحداثية 100، 100  ");
            System.out.println("اذا افصحت لنا عن خيار خطأ سوف لن ترى المستطيل العجيب");
            System.out.println("1 :   اللون الأبيض  ");
```

```
            System.out.println("2 :  اللون الأصفر ");
            System.out.println("3 :  اللون الأخضر  ");
            System.out.println("4 :  اللون الأحمر ");
            System.out.println("5 :  اللون الأزرق  ");
            System.out.println("6 :  اللون البني  ");
            System.out.println("7 :  اللون البنفسجي  ");
            System.out.println("8 :  اللون البرتقالي  ");
            System.out.println("ما هو خيارك  :  ");
            choice = keyBoard.nextInt();
      /* التحقق من الاختيار: عيب به ام هو أسليم */
            if (choice < 1  || choice > 8) return 0;
            return choice;
      }
      public static int findTheColor(int choice){
            switch (choice){
            case  1: return WHITE;
            case  2: return YELLOW;
            case  3: return GREEN;
            case  4: return RED;
            case  5: return BLUE;
            case  6: return BROWN;
            case  7: return PURPLE;
            case  8: return ORANGE;
            default: return 0;
            }
      }

      public static void main(String[] args) {
            int choice = showMenuAndGetChoice();
            int colorCode = findTheColor(choice);
            if (colorCode == 0)
               System.out.println(" خطأ في اخيارك اللون، اللون غير متوفر");
         else {
               DrawingLib.initDrawingArea("العجيب المستطيل ...",  100,100,700,  800);
          DrawingLib.setColorByCode(colorCode);
               DrawingLib.drawRectangle(100,  100,  300,  200);
         }

         System.out.println("شكرا لكم، الى اللقاء");
      }
}
```

ترجمة النص 5 من الفصل 15 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;
public class NameOfTheDay {    // خوارزم  اسم_اليوم
      public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

      public static void main(String[] args) {
            int numDay;
            System.out.println("أعطني رقم اليوم، من 1 الى 7، أعطيك اسم اليوم");
            numDay = keyBoard.nextInt();
            if (numDay < 1 ||  numDay > 7 ){
                  System.out.println("خطأ، يجب ان يكون رقم اليوم من 1 الى 7، الى فرصة اخرى");
                  return;
            }
       switch (numDay){   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
            case 1: System.out.println("الأحد ");
                  break;
```

```
                case 2: System.out.println("الإثنين ");
                        break;
                case 3: System.out.println("الثلاثاء ");
                        break;
                case 4: System.out.println("الأربعاء ");
                        break;
                case 5: System.out.println("الخميس ");
                        break;
                case 6: System.out.println("الجمعة ");
                        break;
                case 7: System.out.println("السبت ");
            } /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
        }
}
```

ترجمة النص 6 من الفصل 15 من الجزؤ الأول

```
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;

public class MonthsOfASeason {
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static void main(String[] args) {
            int monthNumber;
            System.out.println("الشهر اليه ينتمي الذي الفصل اسم فأعطيك 12، الى 1 من ...الشهر رقم اعطني");
            monthNumber = keyBoard.nextInt();
            if (monthNumber < 1 || monthNumber > 12) { /* اذا كان رقم_يوم اصغر من 1 او اكبر من 12 */
                    System.out.println("خطأ، يجب ان يكون رقم الشهر من 1 الى 12، الى فرصة اخرى");
                    return;
            }
            switch (monthNumber) {
                    case 12:
                    case 1:
                    case 2: System.out.println("الشتاء");
                            break;
                    case 3:
                    case 4:
                    case 5: System.out.println("الربيع");
                            break;
                    case 6:
                    case 7:
                    case 8: System.out.println("الصيف");
                            break;
                    case 9:
                    case 10:
                    case 11:        System.out.println("الخريف");
                            break;

            }
        }
}
```

ترجمة النص 7 من الفصل 15 من الجزؤ الأول

```
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;
public class NameOfTheDayAndTheDaysAfter { // اسم_اليوم خوارزم
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static void main(String[] args) {
```

```
		int numDay;
		System.out.println("تليه التي الأيام اسماء و اليوم اسم أعطيك ،7 الى 1 من  اليوم رقم اعطني");
		numDay = keyBoard.nextInt();
		if (numDay < 1 ||  numDay > 7){
			System.out.println("خطأ، يجب ان يكون رقم اليوم من 1 الى 7، الى فرصة اخرى");
			return;
		}
	 switch (numDay){   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
		case 1: System.out.println("الأحد ");
		case 2: System.out.println("الإثنين ");
			case 3: System.out.println("الثلاثاء ");
		case 4: System.out.println("الأربعاء ");
		case 5: System.out.println("الخميس ");
		case 6: System.out.println("الجمعة ");
		case 7: System.out.println("السبت ");
	 } /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
	}
}
```

ترجمة النص 8 من الفصل 15 من الجزؤ الأول

```
package part_01_chapter_15;
import java.util.Scanner;
public class NameOfTheDayV2 {   // خوارزم  اسم_اليوم
	public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

	public static void main(String[] args) {
		int numDay;
		System.out.println("اعطني رقم اليوم، من 1 الى 7، أعطيك اسم اليوم");
		numDay = keyBoard.nextInt();
	 switch (numDay){   /*بداية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
		case 1: System.out.println("الأحد ");
			break;
		case 2: System.out.println("الإثنين ");
				break;
		case 3: System.out.println("الثلاثاء ");
				break;
		case 4: System.out.println("الأربعاء ");
				break;
		case 5: System.out.println("الخميس ");
				break;
		case 6: System.out.println("الجمعة ");
				break;
		case 7: System.out.println("السبت ");
		    break;
		default: System.out.println("خطأ، يجب ان يكون رقم اليوم من 1 الى 7، الى فرصة اخرى");
	 } /*نهاية جسم التعليمة الشرطية الرقمية */
	}
}
```

الفصل السادس عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

تعليمات التكرار

ترجمة النص 9 من الفصل 16 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingManyBlockOfRectanglesV3 { // خوارزم رسم_مستطيلات_متداخلة_06
        public static final int WHITE = 0, GREEN=1, YELLOW=2, RED = 3, BLUE = 4, BLACK = 5;
        public static void drawRectangles(int startX, int startY, int width, int height,int
interRect, int internalColor, int externalColor, int numberInternalRect, int
numberExternalRect){
                int counter = 0;
                while (counter < numberInternalRect + numberExternalRect){
                        if (counter < numberInternalRect)
                                DrawingLib.setColor(internalColor);
                        else
                                DrawingLib.setColor(externalColor);

                        /*      ارسم مستطيل(س – عد*مسافة، ع - عد*مسافة ، عرض + عد*مسافة*2، ارتفاع + عد*مسافة*2)
؛ */
                        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*counter, startY-
interRect*counter, width+interRect*counter*2, height+interRect*counter*2);
                        counter++;
                }
        }
        public static void drawings(){ // اجراء رسوم ()

                drawRectangles(150,100,70,50,10,GREEN,BLUE, 8, 3);
                drawRectangles(350,400,70,50,5,RED,YELLOW, 10, 6);
        }
        public static void main(String[] args) {
           DrawingLib.initDrawingArea("ارسم اشكال مبنية على المستطيلات", 300, 300, 800,800);
        drawings();
        }
}
```

ترجمة النص 11 من الفصل 16 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
public class SummingFirstNumbers {
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static int sumTheFirtNumbers(int numberOfNumbers){ // طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي
عدد_الأعداد)
                int result = 0, currentNumber = 1; // نتيجة طبيعي = 0، عد = 1
                while (currentNumber <= numberOfNumbers){
                        result = result + currentNumber;
                        currentNumber = currentNumber + 1;
                }
                return result;
        }

        public static void main(String[] args) {
           int numberOfFirstNumber, result;
           System.out.println("فضلا، ادخل عدد الأعداد التي تريد جمعهم انطلاقا من 1");
           numberOfFirstNumber = keyBoard.nextInt();
           result = sumTheFirtNumbers(numberOfFirstNumber);
           System.out.println("النتيجة هي " + result);
        }
}
```

ترجمة النص 14 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
public class SummingConsecutiveNumbers {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static int  sumTheFirtNumbers(int numberOfNumbers, int startingNumber){ //
طبيعي جمع_اولى_الاعداد (طبيعي عدد_الأعداد)
                int result = 0, counter = 1;    //
                int currentNumber = startingNumber;
                while (counter <= numberOfNumbers){
                        result = result + currentNumber;
                        currentNumber++;
                        counter++;
                }
                return result;
        }

        public static void main(String[] args) {
            int numberOfNumbers, startingNumber, result;
            System.out.println("فضلا، ادخل عدد الأعداد التي تريد جمعها انطلاقا من 1");
            numberOfNumbers = keyBoard.nextInt();
            System.out.println("فضلا، ادخل اول عدد في السلسلة التي تريد جمعها : ");
            startingNumber = keyBoard.nextInt();
            result = sumTheFirtNumbers(numberOfNumbers, startingNumber);
            System.out.println("النتيجة هي " + result);
        }
}
```

ترجمة النص 15 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;

public class GlobalPriceWithLoopInMain {   // خوارزم السعر_الاجمالي
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

     public static  int quantityForWholesalePrice = 200;     // عدد_سعر_الجملة
     public static  int quantityForFactoryPrice = 12000;   //  عدد_سعر_المصنع
        public static  double wholeSaleDiscount = 0.15, factoryDiscount = 0.25;

        public static double price(int quantity, double unitPrice){ //  حقيقي كم؛ طبيعي) سعر حقيقي
وحدة_س)
                double basePrice, actualPrice;
                basePrice = quantity*unitPrice;
                if (quantity < quantityForWholesalePrice) return basePrice;
                /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة */
                if (quantity < quantityForFactoryPrice){
                        actualPrice = basePrice*(1-wholeSaleDiscount);
                        return actualPrice;
                }
                /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع */
                actualPrice = basePrice*(1-factoryDiscount);
                return actualPrice;
        }

        public static void main(String[] args) {
         int choice, quantity;
         double unitPrice, globalPrice;
         System.out.println(" هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" );
         choice = keyBoard.nextInt();
```

```
        while (choice != 0){
                System.out.println(" الكمية اعطني " );
                quantity = keyBoard.nextInt();
                System.out.println("  الوحدة سعر اعطني " );
                unitPrice = keyBoard.nextDouble();
                /* سعر مداخل في س و ك  وضع ، سعر الوظيفة تشغيل طلب */
                /* شك المتغيرة في النتيجة والتقاط                              */
                globalPrice = price (quantity, unitPrice);
                System.out.println("  السعر الإجمالي هو :    " + globalPrice);

                System.out.println(" هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0،  والا ادخل اي رقم" );
                choice = keyBoard.nextInt();
        }
        System.out.println(" شكرا، للإهتمام مع الف سلاما" );
        }
}
```

ترجمة النص 16 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import proceduraljava.DrawingLib;
public class DrawingTwoFilledRectangles {
    public static final int WHITE = 6754249;
    public static final int GREEN = 9874443;
        public static void main(String[] args) {
                DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين مليئين...", 100, 100, 800, 600);
                DrawingLib.setColorByCode(WHITE);
                DrawingLib.drawFilledRectangle(100, 100, 150, 50);
                DrawingLib.setColorByCode(GREEN);
                DrawingLib.drawFilledRectangle(175, 150, 150, 50);
        }

}
```

ترجمة النص 18 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;
public class DrawingSeriesOfFilledRectangles {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static final int GREEN = 9874443;
    public static final int RED = 1435678;

    public static void main(String[] args) {
        int  count;
        int x, y, width, height;
        System.out.println("ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول");
        System.out.print("ادخل  س :");
        x = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  ع :");
        y = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  العرض  :");
        width = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  العلو :");
        height = keyBoard.nextInt();
        count = 0;
        DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين مليئين...", 100, 100, 800, 600);
        DrawingLib.setColorByCode(GREEN);
        while (count < 8){
                DrawingLib.drawFilledRectangle(x + count*width, y, width, height);
```

```
            count  = count +2;
        }
        count  = 1;
        DrawingLib.setColorByCode(RED);
        while (count  < 8){
            DrawingLib.drawFilledRectangle(x + count*width, y, width, height);
            count  = count +2;
        }
    }
}
```

ترجمة النص 19 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;
public class DrawingSeriesOfFilledRectanglesV2 {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static final int GREEN = 9874443;
    public static final int RED = 1435678;

    public static void main(String[] args) {
        int  count;
        int x, y, width, height;
        System.out.println("ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول");
        System.out.print("ادخل  س :");
        x = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  ع :");
        y = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  العرض  :");
        width = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  العلو :");
        height  = keyBoard.nextInt();
        count  = 0;
        DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين مليئين...", 100, 100, 800, 600);
        while (count  < 8){
            if (count%2 == 0)
                DrawingLib.setColorByCode(GREEN);
            else
                DrawingLib.setColorByCode(RED);

            DrawingLib.drawFilledRectangle(x + count*width, y, width, height);
            count  = count +1;
        }
    }
}
```

ترجمة النص 21 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;
public class DrawingSeriesOfFilledRectanglesV3 {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

        public static final int GREEN = 9874443;
    public static final int RED = 1435678;
    public static void drawHoriontalRectangles(int x, int y, int width, int height){   //
إجراء رسم_مستطيلات_افقيا(طبيعي س، ع، عرض، علو)
```

```
        int aColor = GREEN;
        int  count = 0;
        while (count < 8){
                DrawingLib.setColorByCode(aColor);
                DrawingLib.drawFilledRectangle(x + count*width, y, width, height);
                count = count+1;
            /*  تحديد لون المستطيل التالي */
                if (count%2 == 0)
                        aColor = GREEN;
                    else
                      aColor = RED;
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        int x, y, width, height;
        System.out.println("ادخل احداثيات و عرض و علو المستطيل الأول");
        System.out.print("ادخل  س :");
        x = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  ع :");
        y = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  العرض  :");
        width = keyBoard.nextInt();
        System.out.print("ادخل  العلو :");
        height = keyBoard.nextInt();
        DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين مليئين...", 100, 100, 800, 600);
        drawHorizontalRectangles(x, y, width, height);
        }
}
```

ترجمة النص 22 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;
public class DrawingSeriesOfFilledRectanglesV4 {

   public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static final int WHITE  = 6754249;
    public static final int YELLOW = 9841121;
    public static final int GREEN  = 9874443;
    public static final int RED    = 1435678;
    public static final int BLUE   = 5432198;
    public static final int BROWN  = 6765432;
    public static final int PURPLE = 7543245;
    public static final int ORANGE = 3333454;


    public static void drawHorizontalRectangles(int x,int y,int width, int height, int nbr, int
col1, int col2){  //
        int aColor = col1;
        int  count = 0;
        while (count < nbr){
                DrawingLib.setColorByCode(aColor);
                DrawingLib.drawFilledRectangle(x + count*width, y, width, height);
                count = count+1;
            /*  تحديد لون المستطيل التالي */
                if (aColor == col1)
                      aColor = col2;
```

```
                el se
                    aCol or  = col 1;
        }
    }

    publ i c st at i c voi d mai n( St r i ng[ ]  ar gs)  {
        Dr awi ngLi b. i ni t Dr awi ngAr ea( "ملينين مستطيلين رسم. . . ",  100,  100,  800,  600) ;

        dr awHor i ont al Rect angl es( 50, 50, 100, 200, 6, PURPLE, BROWN) ;
        dr awHor i ont al Rect angl es( 150, 250, 100, 200, 8, ORANGE, YELLOW) ;
        }
}
```

ترجمة النص 24 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part _01_chapt er _16;
i mport  j ava. ut i l . Scanner ;
i mport  pr ocedur al j ava. Dr awi ngLi b;
publ i c cl ass  Dr awi ngSer i esOf Fi l l edRect angl esV5 {

    publ i c st at i c Scanner   keyBoar d = new Scanner ( Syst em. i n) ;

    publ i c st at i c f i nal  i nt  WHI TE    = 6754249;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  YELLOW  = 9841121;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  GREEN   = 9874443;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  RED     = 1435678;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  BLUE    = 5432198;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  BROWN   = 6765432;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  PURPLE  = 7543245;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  ORANGE  = 3333454;

    publ i c st at i c voi d dr awHor i ont al Rect angl es( i nt  x,  i nt  y,  i nt  wi dt h,  i nt  hei ght ,  i nt  nbr ,
i nt  col 1,  i nt  col 2) {   / /
        Dr awi ngLi b. set Col or ByCode( col 1) ;
        Dr awi ngLi b. dr awFi l l edRect angl e( x, y,  wi dt h* nbr ,  hei ght ) ;
        Dr awi ngLi b. set Col or ByCode( col 2) ;
        i nt   count  = 1;
        whi l e ( count  < nbr ) {
                Dr awi ngLi b. dr awFi l l edRect angl e( x  + count * wi dt h,  y,  wi dt h,  hei ght ) ;
                count  = count +2;
        }
    }

    publ i c st at i c voi d mai n( St r i ng[ ]  ar gs)  {
        Dr awi ngLi b. i ni t Dr awi ngAr ea( "ملينين مستطيلين رسم. . . ",  100,  100,  800,  600) ;
         dr awHor i ont al Rect angl es( 50, 50, 100, 200, 6, PURPLE, BLUE) ;
        dr awHor i ont al Rect angl es( 150, 250, 100, 200, 8, WHI TE, YELLOW) ;
        }
}
```

ترجمة النص 25 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part _01_chapt er _16;
i mport  j ava. ut i l . Scanner ;
i mport  pr ocedur al j ava. Dr awi ngLi b;
publ i c cl ass  Dr awi ngChessTabl e {

    publ i c st at i c Scanner   keyBoar d = new Scanner ( Syst em. i n) ;

    publ i c st at i c f i nal  i nt  WHI TE    = 6754249;
    publ i c st at i c f i nal  i nt  YELLOW  = 9841121;
```

```
    public static final int GREEN    = 9874443;
    public static final int RED      = 1435678;
    public static final int BLUE     = 5432198;
    public static final int BROWN    = 6765432;
    public static final int PURPLE   = 7543245;
    public static final int ORANGE   = 3333454;

    public static void drawHorintalRectangles(int x, int y, int width, int height, int nbr,
int col1, int col2){  //
        DrawingLib.setColorByCode(col1);
        DrawingLib.drawFillRectangle(x,y, width*nbr, height);
        DrawingLib.setColorByCode(col2);
        int  count = 1;
        while (count < nbr){
            DrawingLib.drawFillRectangle(x + count*width, y, width, height);
            count = count +2;
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين ملبنين...", 100, 100, 800, 600);
        int heigth = DrawingLib.drawingAreaHeigth()/8;
        int width = DrawingLib.drawingAreaWidth()/8;
         drawHorintalRectangles(0,0,width,heigth,8,        YELLOW, RED);
         drawHorintalRectangles(0,heigth,width,heigth,8,   RED,    YELLOW);
         drawHorintalRectangles(0,heigth*2,width,heigth,8, YELLOW, RED);
         drawHorintalRectangles(0,heigth*3,width,heigth,8, RED,    YELLOW);
         drawHorintalRectangles(0,heigth*4,width,heigth,8, YELLOW, RED);
         drawHorintalRectangles(0,heigth*5,width,heigth,8, RED,    YELLOW);
         drawHorintalRectangles(0,heigth*6,width,heigth,8, YELLOW, RED);
         drawHorintalRectangles(0,heigth*7,width,heigth,8, RED,    YELLOW);
        }
}
```

ترجمة النص 26 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
import proceduraljava.DrawingLib;
public class DrawingKindOfChessTable {

        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static final int WHITE    = 6754249;
    public static final int YELLOW   = 9841121;
    public static final int GREEN    = 9874443;
    public static final int RED      = 1435678;
    public static final int BLUE     = 5432198;
    public static final int BROWN    = 6765432;
    public static final int PURPLE   = 7543245;
    public static final int ORANGE   = 3333454;

    public static void drawHorintalRectangles(int x, int y, int width, int height, int nbr,
int col1, int col2){  //
        DrawingLib.setColorByCode(col1);
        DrawingLib.drawFillRectangle(x,y, width*nbr, height);
        DrawingLib.setColorByCode(col2);
        int  count = 1;
        while (count < nbr){
            DrawingLib.drawFillRectangle(x + count*width, y, width, height);
            count = count +2;
```

```
        }
    }
    public static void drawAKindOfChessTable(int xChessZone, int yChessZone, int
widthChessZone, int heigthChessZone,
                                                     int nbrOfChessLine, int nbrOfChessColumn, int
col1, int col2){  //
        int chessCellWidth    = widthChessZone/nbrOfChessColumn;
        int chessCellHeight  = heigthChessZone/nbrOfChessLine;
         int line = 0;
         int c1 = col1, c2 = col2;
         while (line < nbrOfChessLine ){
                drawHorizontalRectangles(xChessZone,yChessZone+
chessCellHeight*line,chessCellWidth,chessCellHeight,nbrOfChessColumn,  c1, c2);
                line++;
                 /* التالي للسطر الأول اللون هو ما ، القادمة للمرحلة اللونين ضبط */
                if (c1 == col1 ){
                        c1 = col2;
                        c2 = col1;
                }
                else {
                        c1 = col1;
                        c2 = col2;
                }
         }

    }
    public static void main(String[] args) {
        DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين مليئين...", 100, 100, 800, 600);
        drawAKindOfChessTable(10, 10, 60, 120, 6, 3, GREEN, RED);          // رسم_الطاولة (50 ، 10،
60، 30، 6، 3، اخضر، احما )
               //           رسم_الطاولة (20، 30، 30، 60، 3، 6، اصفر، احما )

        drawAKindOfChessTable(70, 10, 120, 60, 3, 6, YELLOW, RED);
        drawAKindOfChessTable(190, 10, 60, 120,6, 3, WHITE, BLUE);
        }
}
```

ترجمة النص 27 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
public class GreatestCommonDivisor {
    public static int gcd(int a, int b) {// { طبيعي قاسم_مشترك_اكبر (طبيعي ،الف باء)
        // باء من اكبر ألف ان نفترض
        int remainder;
         remainder = a%b;
         while (remainder != 0){
                a = b;
                b = remainder;
                remainder = a%b;
         }
         return b;
    }
        public static void main(String[] args) {
        System.out.println(gcd (256, 128));
        }

}
```

ترجمة النص 28 من الفصل 16 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
public class GreatestCommonDivisorV02 {
        public static int gcd_v02(int a, int b) {// { اكبر_مشترك_قاسم طبيعي ( طبيعي ،الف باء)
            // باء من اكبر ألف ان نفترض
            int remainder;
            while ((remainder = a%b) != 0){
                    a = b;
                    b = remainder;
             }
             return b;
      }

      public static void main(String[] args) {
          System.out.println(gcd_v02(256, 120));
      }
}
```

الفصل السابع عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

تعليمات التكرار

ترجمة النص 5 من الفصل 17 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_17;
import procedural java.DrawingLib;

public class DrawingManyBlockOfRectanglesV4 { //  متداخلة_مستطيلات_رسم خوارزم 6
        public static final int WHITE= 0, GREEN= 1, YELLOW=2, RED= 3, BLUE= 4, BLACK= 5;
        public static void drawRectangles(int startX, int startY, int width, int height,
                                           int interRect, int internalColor,
                                           int externalColor, int numberInternalRect,
                                           int numberExternalRect){

                for (int counter=0; counter<numberInternalRect +
                                   numberExternalRect; counter++){
                        if (counter < numberInternalRect)
                                DrawingLib.setColor(internalColor);
                        else
                                DrawingLib.setColor(externalColor);

                        /* ارسم مستطيل(س-مسافة*عد، ع - مسافة*عد ، عرض + مسافة*عد*2، ارتفاع + مسافة*عد*2) ؛ */
                        DrawingLib.drawRectangle(startX-interRect*counter, startY-
interRect*counter, width+interRect*counter*2, height+interRect*counter*2);
                }
        }

        public static void main(String[] args) {
            DrawingLib.initDrawingArea("المستطيلات على مبنية اشكال مسا", 300, 300, 800,800);
            drawRectangles(150,100,70,50,10,GREEN,BLUE, 8, 3);
        }
}
```

ترجمة النص 7 من الفصل 17 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_16;
import java.util.Scanner;
public class SummingConsecutiveNumbers {
        public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static int sumTheFirtNumbers(int numberOfNumbers, int startingNumber){
int result = 0;     //
                int currentNumber = startingNumber;
                for (int counter = 1; counter <= numberOfNumbers; counter++){
                        result = result + currentNumber; currentNumber++;
                }
                return result;
        }

        public static void main(String[] args) {
            int numberOfNumbers, startingNumber, result;
            System.out.println("فضلا، ادخل عدد الأعداد التي تريد جمعها انطلاقا من 1");
            numberOfNumbers = keyBoard.nextInt();
            System.out.println("فضلا، ادخل اول عدد في السلسلة التي تريد جمعها : ");
            startingNumber = keyBoard.nextInt();
            result = sumTheFirtNumbers(numberOfNumbers, startingNumber);
            System.out.println("النتيجة هي " + result);
        }
}
```

ترجمة النص 8 من الفصل 17 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_17;
import java.util.Scanner;
public class SummingConsecutiveNumbersV2 {
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
        public static int  sumTheFirtNumbers(int numberOfNumbers, int startingNumber){ //
الاعداد_اولى_جمع طبيعي (الأعداد_عدد طبيعي)
                int result = 0;   //
                int currentNumber = startingNumber;
                for  (int counter = 1; counter <= numberOfNumbers; result = result +
currentNumber, counter++){
                        currentNumber++;
                }
                return result;
        }

        public static void main(String[] args) {
            int numberOfNumbers, startingNumber, result;
            System.out.println("من انطلاقا جمعها تريد التي الأعداد عدد ادخل فضلا، 1");
            numberOfNumbers = keyBoard.nextInt();
            System.out.println("ادخل فضلا، عدد اول في السلسلة التي تريد جمعها : ");
            startingNumber = keyBoard.nextInt();
            result = sumTheFirtNumbers(numberOfNumbers, startingNumber);
            System.out.println("النتيجة هي " + result);
        }
}
```

ترجمة النص 13 من الفصل 17 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_17;
import java.util.Scanner;

public class GlobalPriceWithLoopInMain {   // الاجمالي_السعر خوارزم
        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

     public static  int quantityForWholesalePrice = 200;     // الجملة_سعر_عدد
     public static  int quantityForFactoryPrice = 12000;   //  المصنع_سعر_عدد
        public static  double wholeSaleDiscount = 0.15, factoryDiscount = 0.25;

        public static double price(int quantity, double unitPrice){ //  حقيقي كم؛ طبيعي) سعر حقيقي
وحدة_س)
                double basePrice, actualPrice;
                basePrice = quantity*unitPrice;
                if (quantity < quantityForWholesalePrice) return basePrice;
                /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي الجملة_سعر_عدد */
                if (quantity < quantityForFactoryPrice){
                        actualPrice = basePrice*(1-wholeSaleDiscount);
                        return actualPrice;
                }
                /* في  هذ المرحلة تكون  الكمية حتما اكبر اوتساوي المصنع_سعر_عدد */
                actualPrice = basePrice*(1-factoryDiscount);
                return actualPrice;
        }

        public static void main(String[] args) {
         int choice, quantity;
         double unitPrice, globalPrice;
         System.out.println(" هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد ادخل 0، والا ادخل اي رقم" );

         for (choice = keyBoard.nextInt(); choice != 0; choice = keyBoard.nextInt()){
```

```java
            System.out.println(" اعطني الكمية ");
            quantity = keyBoard.nextInt();
            System.out.println(" اعطني سعر الوحدة ");
            unitPrice = keyBoard.nextDouble();
            /* سعر مداخل في س و ك وضع ، سعر الوظيفة تشغيل طلب */
            /* سك المتغيرة في النتيجة والتقاط                              */
            globalPrice = price (quantity, unitPrice);
            System.out.println(" السعر الإجمالي هو :   " + globalPrice);

            System.out.println(" هل تريد حساب السعر الإجمالي، ان لم ترد اخل 0، والا ادخل اي رقم");
        }
        System.out.println(" سلامة فل مع للإهتمام، شكرا");
        }
}
```

ترجمة النص 15 من الفصل 17 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_17;
import java.util.Scanner;
import procedural java.DrawingLib;
public class DrawingSeriesOfFilledRectanglesV4 {

        public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static final int WHITE   = 6754249;
        public static final int YELLOW      = 9841121;
        public static final int GREEN       = 9874443;
    public static final int RED     = 1435678;
    public static final int BLUE    = 5432198;
    public static final int BROWN   = 6765432;
    public static final int PURPLE  = 7543245;
    public static final int ORANGE  = 3333454;


    public static void drawHorizontalRectangles(int x, int y, int width, int height, int nbr,
int col1, int col2){  //
        int aColor = col1;

        for (int  count = 0; count < nbr; count++){
                DrawingLib.setColorByCode(aColor);
                DrawingLib.drawFilledRectangle(x + count*width, y, width, height);

            /*  تحديد لون المستطيل التالي */
                if (aColor == col1)
                            aColor = col2;
                    else
                        aColor = col1;
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        DrawingLib.initDrawingArea("رسم مستطيلين ملئين...", 100, 100, 800, 600);
         drawHorizontalRectangles(50, 50, 100, 200, 6, RED, BLUE);
        drawHorizontalRectangles(150, 250, 100, 200, 8, GREEN, YELLOW);
        }
}
```

الفصل الثامن عشر

تعليمات التحكم في مسار الخوارزميات

التعليمتين "غادر" و "استمر" الخاصتين بالتكرار

ترجمة النص 1 من الفصل 18 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_18;
import java.util.Scanner;
public class UsigBreakToTerminateWhileLoop {
    public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);
    public static  int quantityForWholesalePrice = 200;     // الجملة_سعر_عدد
    public static  int quantityForFactoryPrice = 12000;   // المصنع_سعر_عدد
    public static  double wholeSaleDiscount = 0.15, factoryDiscount = 0.25;

    public static double price(int quantity, double unitPrice){//وحدة_س حقيقي كم؛ طبيعي) سعر حقيقي)
            double basePrice, actualPrice;
            basePrice = quantity*unitPrice;
            if (quantity < quantityForWholesalePrice) return basePrice;
            /* في هذ المرحلة تكون الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_الجملة */
            if (quantity < quantityForFactoryPrice){
                   actualPrice = basePrice*(1-wholeSaleDiscount);
                   return actualPrice;
            }
            /* في هذ المرحلة تكون الكمية حتما اكبر اوتساوي عدد_سعر_المصنع */
            actualPrice = basePrice*(1-factoryDiscount);
            return actualPrice;
      }

      public static void main(String[] args) {
       int choice, quantity;
       double unitPrice, globalPrice;
       while (true){
            System.out.println(" رقم اي ادخل والا  ،0 اخل درد لم ان الإجمالي، السعر حساب تريد هل" );
         choice = keyBoard.nextInt();
            if (choice == 0)
                   break;
            System.out.print(" اعطني الكمية " );
            quantity = keyBoard.nextInt();
            System.out.print(" اعطني سعر الوحدة " );
            unitPrice = keyBoard.nextDouble();
            /* سعر مداخل في س و ك  وضع ، سعر الوظيفة تشغيل طلب */
            /* شك المتغيرة في النتيجة والتقاط                              */
            globalPrice = price (quantity, unitPrice);
            System.out.println(" السعر الإجمالي هو :     " + globalPrice);
       }
       System.out.println(" سلاما فال مع للإهتمام، شكرا" );
      }
   }
```

ترجمة النص 2 من الفصل 18 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_18;
import java.util.Random;
import java.util.Scanner;
public class FindNumberGame {
      public static Scanner  keyBoard = new Scanner(System.in);

      public static int randomNumber(int min, int max){ //   الوظيفة عشوائي
             Random random = new Random();
             int nb;
             nb = min+random.nextInt(max-min);
             return nb;
      }

      public static void findTheNumber(){
            final int MIN = 100, MAX = 200;
```

```
        final int MAX_TRIES = 5;
        int tries = 0;
        final double MAX_GRADE = 20.0, MID_GRADE = 10.0;
        double grade = 0.0;
        int theGameNumber, thePlayerNumber;   /* عدد_اللاعب هو العدد الذي يقترحه اللاعب */
    /* الحصول على عدد عشوائي الذي يصبح العدد المطلوب اكتشافه*/
        theGameNumber = randomNumber(MIN, MAX);
        System.out.println("لقد اخترنا عددا ما بين " + MIN + " و " + MAX);
        System.out.println("في " + MAX_TRIES + " محاولات او اقل يجب عليك ");
        System.out.println("اما ايجاد هذا العدد فتفوز بالعلامة الكاملة");
        System.out.println("واما ايجاد قاسم هذا العدد فتفوز بعلامة ناقصة");
        while(tries < MAX_TRIES){
            System.out.println(" ادخل الرقم الذي تظن اننا اخترناه لك او 0 اذا اردت مغادرة اللعبة ");
            thePlayerNumber = keyBoard.nextInt();
            if (thePlayerNumber == 0)   /* نهاية استعمال اللعبة ، الخروج */
                break;
            if (thePlayerNumber == theGameNumber){
                grade = MAX_GRADE;
                break;   /* العلامة كاملة، نهاية مبكرة للتكرار */
            }
            if (theGameNumber % thePlayerNumber == 0){
                grade = MID_GRADE;
                break;   /* العلامة ناقصة، نهاية مبكرة للتكرار */
            }
            tries = tries+1;
        }   /* نهاية تعليمة مادام */
        System.out.println("العدد الذي طلبنا اكتشافه هو: " + theGameNumber);
        System.out.println("العلامة التي تحصلت عليها هي: " + grade);
        System.out.println("شكرا للاهتمام، مع الف سلامة");
    }

    public static void main(String[] args) {
        findTheNumber();
    }
}
```

ترجمة النص 3 من الفصل 18 من الجزء الأول

```
package part_01_chapter_18;
import java.util.Random;
import java.util.Scanner;
public class fFindNumberGameV2 {
    public static Scanner keyBoard = new Scanner(System.in);

    public static int randomNumber(int min, int max){
        Random random = new Random();
        int nb;
        nb = min+random.nextInt(max-min);
        return nb;
    }

    public static void findTheNumber(){
        final int MIN = 100, MAX = 120;
        final int MAX_TRIES = 5;
        int tries = 0;
        final double MAX_GRADE = 20.0, MID_GRADE = 10.0;
        double grade = 0.0;
        int theGameNumber, thePlayerNumber;   /* عدد_اللاعب هو العدد الذي يقترحه اللاعب */
        int choice;
        while(true) {  /* التكرار الخارجي او الحلقة الخارجية */
```

```java
                        System.out.println(" للإستمرار غيره او اللعب إنهاء تريد كنت ان 0 الرقم ادخل ، اللعب تريد هل
" );
                        choice = keyBoard.nextInt();
                        if  (choice == 0)   break; /* للعبة مبكرة نهاية */
                /*  البدء في اللعبة: الحصول على عدد  عشوائي الذي يصبح العدد السري*/
                        theGameNumber  = randomNumber(MIN, MAX);
                        System.out.println("لقد  اخترنا ادعا ما بين " + MIN + " و " + MAX);
                        System.out.println("في " + MAX_TRIES + "محاولات او اقل يجب عليك ");
                        System.out.println("اما ايجاد هذا العدد فتفوز بالعلامة الكاملة");
                        System.out.println("او ايجاد قاسم هذا العدد فتفوز بعلامة ناقصة");
                        /* المرحلة التحضيرية للتكرار الداخلي */
                        tries =0; grade = 0.0;
                        while(tries < MAX_TRIES){ /*  التكرار الداخلي او الحلقة الداخلية */
                                System.out.println(" ادخل الرقم الذي تظن اننا اخترناه او لك 0  اذا اردت مغادرة اللعبة
" );
                                thePlayerNumber = keyBoard.nextInt();
                                if (thePlayerNumber  == 0){    /* الخروج ، اللعبة استعمال نهاية */
                                   choice=0; // هذه التعليمة مهمه للإخبار ان المستعمل اراد الخروج مبكرا من اللعبة
                                       break;
                                }
                                if (thePlayerNumber  == theGameNumber){
                                       grade =  MAX_GRADE;
                                       break;    /* للتكرار مبكرة نهاية كاملة، العلامة */
                                }
                                if (theGameNumber  % thePlayerNumber  == 0){
                                       grade =  MID_GRADE;
                                       break;    /* للتكرار مبكرة نهاية  ناقصة، العلامة */
                                }
                                tries = tries+1;
                        }  /*  نهاية التكرار الداخلي: مادام  (محاولة >  عدد_المحاولات )*/
                       /* نرصد هل تم الخروج من التكرار على اثر طلب انهاء اللعبة */
                        if (choice == 0) break ; /* اللعبة مبكرة نهاية */
                        System.out.println("هو: اكتشافه طلبنا الذي العدد "  + theGameNumber);
                        System.out.println("هي: عليها تحصلت التي العلامة "  + grade);
                } /*  نهاية نهاية التكرار الخارجي:    مادام  (صحيح )*/
                System.out.println("سلامة الف مع للاهتمام، شكرا");
        }

        public static void main(String[] args) {
                findTheNumber();
        }
}
```

ترجمة النص 4 من الفصل 18 من الجزء الأول

```java
package part_01_chapter_18;
public class SummingMultoplesOfANumber {
        public static int sumTheMultiples(int lastNumber, int divisor){
        int result = 0;
        int number = 1;
        while (number <= lastNumber){
                if (number % divisor != 0) {
                        /* تجاهله يجب ، عدد لقيمة بقاسم ليس قاسم*/
                        number = number +1;
                        continue;
                }
                result = result + number;
                number = number +1;
        }
        return result;
```

```java
    } /* القواسم_جمع  الوظيفة نهاية */
      public static void main(String[] args) {
       int n;
       n = sumTheMultiples(20,3);
       System.out.println("الاعداد مجموع  التي قاسمها 3 من 1 الى 20 هو" + n);

       n = sumTheMultiples(20,6);
       System.out.println("الاعداد مجموع  التي قاسمها 6 من 1 الى 20 هو" + n);

       n = sumTheMultiples(70,7);
       System.out.println("الاعداد مجموع  التي قاسمها 7 من 1 الى 70 هو" + n);
      }
}
```